ad Ausg. 1852, Bd. 1.2
(Metall.)

Handbuch
der
Bergbaukunst,
oder
die Lehre von der Aufsuchung und Gewinnung der nutzbaren Mineralien.

Von
Ch. Combes, [Charles Pierre Mathieu]
Königl. Französischem Ober-Bergingenieur und Professor der Bergbaukunst an der Bergwerksschule zu Paris.

Deutsch bearbeitet
von
Dr. Carl Hartmann.

Erster Band.

u. 2. Bd

Nebst Atlas in Querfolio.

Weimar, 1844.
Verlag, Druck und Lithographie von Bernhard Friedrich Voigt.

K. B. Ministerialforstbureau
999
Bayer. Staatsministerium f. Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten
Ministerialforstabteilung
Bücherei
A e1
Gd 1631, 2999
2

ad Ausg. 1852, Bd. 1. 2
(Metall.)

Handbuch

der

Bergbaukunst,

oder

die Lehre von der Aufsuchung und Gewinnung der nutzbaren Mineralien.

Von

[Charles Pierre Matthieu]

Ch. Combes,

Königl. Französischem Ober-Bergingenieur und Professor der Bergbaukunst an der Bergwerksschule zu Paris.

Deutsch bearbeitet

von

Dr. Carl Hartmann.

Erster Band.

u. 2. Bd

Nebst Atlas in Querfolio.

Weimar, 1844. - 00

Verlag, Druck und Lithographie von Bernhard Friedrich Voigt.

KGL. BAY. MINISTERIALFORSTBUREAU
999

Bayer. Staatsministerium
f. Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten
Ministerialforstabteilung
Bücherei
A e 1

2

Gd 1631, 2999

Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

Vorrede
des Verfassers.

Das einzige vollständige Lehr- und Handbuch der Bergbaukunde, welches wir besitzen, ist das von Delius, der Professor dieser Wissenchaft an der Bergacademie zu Schemnitz in Niederungar war. Es erschien 1773 zu Wien und 1806 wurde davon ein neuer Abdruck besorgt. Der Mineral-Reichthum des Hrn. v. Villefosse, der uns die wichtigsten Berg- und Hüttenwerke des europäischen Festlandes kennen lehrt, kann jedoch kein Lehr- und Handbuch der Bergbaukunst ersetzen *). Auch haben alle Processe und Maschinen seit dem Erscheinen dieses grossen Werkes wesentliche Verbesserungen erhalten; die Bergarbeiten, wie die Sprengarbeit, das Bohren mit dem Erdbohrer etc. sind fast ganz und gar verändert. Die nach und nach in alle Zweige des Bergbaues eingeführten Verbesserungen, sind der Gegenstand specieller Abhandlungen, die im Allgemeinen in Zeitschriften, wie das Journal und die Annales des Mines, das Archiv von Karsten, das Bergmännische Journal, das Freiberger Jahrbuch für den Berg- und Hüttenmann **) und in vielen andern wissenschaftlichen und gewerblichen Journalen, die sich nicht ausschliesslich mit dem Bergwesen beschäftigen, abgedruckt worden sind.

*) Der Uebersetzer lieferte in den Jahren 1822 und 1823 bei dem Verleger des Vorliegenden, eine deutsche Bearbeitung von den drei Bänden dieses Werkes, und 1839 und 1840, zwei Supplementbände, welche alles Neue im Berg- und Hüttenwesen, der letzten 18 Jahre bis dahin, enthalten. H.

**) Zu den bedeutendern Zeitschriften dieser Art gehört seit 1842, auch die Berg- und Hüttenmännische Zeitung, unter meiner Redaction. H.

Es wird demnach dieses Werk, obgleich es Unvollkommenheiten und Unvollständigkeiten hat, die ich nicht zu vermeiden vermogte, einem wesentlichen Mangel der gewerblichen Literatur abhelfen. Ich habe nichts versäumt, um mir eine genaue Kenntniss der vollkommensten, jetzt gebräuchlichen Methoden zu verschaffen. Ich habe sie mit allen nöthigen Einzelnheiten beschrieben, um sie auch solchen Bergleuten, die nur die gewöhnlichen Kenntnisse von der Elementarmathematik besitzen, verständlich zu machen. Ich habe diese Methoden, so viel ich konnte, auf dic allgemeinen Grundsätze der Physik und Mechanik zu begründen gesucht; ich habe das Wesentlichste aus der Lehre von der Festigkeit der Materialien, sowie von der bei'm Bergbau am Häufigsten angewendeten Maschinen, so deutlich, als es der Gegenstand an und für sich gestattete, vorgetragen. Ich hoffe daher, dass mein Werk mit Nutzen eben so gut von solchen Bergleuten benutzt werden kann, welche die Bergwerksschulen zu Paris und St. Etienne, oder die Centralschule der Künste und Gewerbe u. s. w. besucht haben, als auch von blossen Practikern, die, indem sie sich lediglich an die Resultate der zu befolgenden Kunstregeln halten, diese leicht von den wissenschaftlichern Details trennen können.

Die Abbildungen des Atlasses sind fast alle mit einem Maassstabe versehen und stellen im Allgemeinen vorhandene Maschinen, Baue u. s. w. mit Treue dar.

Die Verfasser der benutzten Werke habe ich überall genannt, und wenn ich in dieser Beziehung wider meinen Willen einige Vergesslichkeiten begangen habe, so bitte ich im Voraus um Verzeihung. Auch bemerke ich noch, dass ich bei dem vorliegenden Werke, mit geringen Ausnahmen, denselben Plan befolgt habe, wie bei meinen Vorträgen in der Königlichen Bergwerksschule, einen Plan, der auch nur wenig von dem meines verehrten Lehrers, Baillet de Belloi, abweicht. Ich mache es mir zur

angenehmen Pflicht, dankbar anzuerkennen, dass ich seinen Vorlesungen und seinen zahlreichen, in dem Journal des Mines publicirten Abhandlungen, sehr viel verdanke.

Der Uebersetzer hat dieser Vorrede des Herrn Verfassers nur wenig hinzuzufügen. Das Bedürfniss nach einem brauchbaren Hand- und Lehrbuche der Bergtechnik, liegt deutlich vor. Was Herr Combes über gänzliche Veraltung des Werks von Delius, über die gänzlich andere Tendenz des von mir deutsch bearbeiteten und supplirten Werks von Villefosse sagt, können wir nur bestätigen. Auch die Bergbaukunst hat, sowie alle Zweige der Technik, gewaltige Fortschritte gemacht und eine systematische Darstellung derselben, ist der Zweck des vorliegenden Werkes. Es ist, aus den schon weiter oben von dem Verfasser ausgesprochenen Gründen, ein sehr zweckmässiges und vollständiges Lehrbuch für Vorträge, für Lehrer und Schüler; es ist aber auch ein eben so bequemes Handbuch sowohl für den practischen Bergmann, als auch für den Bergwerksbesitzer, den Actionär oder Gewerken, den Kameralisten, ja für jeden Gebildeten, der sich von dem Bergbau genauer unterrichten will. Herr Combes war ganz besonders zur Herausgabe eines solchen Werks befähigt. Früher practischer Bergingenieur, wurde er dann zur Professur der Bergbaukunst an die Pariser Bergwerksschule berufen, hat auch die wichtigsten Bergwerke Europa's bereis't und durch treffliche Abhandlungen in den Annales des Mines auch sein Autortalent zu zeigen Gelegenheit gehabt.

Was nun die Befähigung des unterzeichneten Uebersetzers betrifft, so glaubt er dieselbe auch schon hinlänglich bewiesen zu haben, um dem Publicum nicht die Versicherung geben zu können, dass er demselben ein

recht brauchbares Werk vorlegen werde. Ueberall bearbeitet er, nimmt möglichst auf deutsche Verhältnisse Rücksicht und macht Zusätze, wo es erforderlich ist. Durch die Redaction der sehr verbreiteten „Berg- und Hüttenmännischen Zeitung", ist er dazu ganz besonders in den Stand gesetzt.

Für die rasche Förderung der Arbeit und das baldthunlichste vollständige Erscheinen des ganzen Werkes, werden sowohl Uebersetzer als Verleger Sorge tragen.

Berlin im April 1844.

C. Hartmann.

Handbuch

der

Bergbaukunst.

Erster Band.

Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

Erstes Kapitel.

Einleitende Bemerkungen und Erklärungen.

Lagerstätten. — Die Gesteine oder Mineralmassen, welche den uns zugänglichen Theil der Erdrinde bilden, sind in bestimmten Gruppen vertheilt, welche der Geolog Formationen nennt.

Die nutzbaren Mineralien, welche mit Vortheil gewonnen werden können, bilden in der Formation, entweder für sich allein, oder im Vereine mit andern Mineralsubstanzen, verschiedenartig begränzte Massen, die den generischen Namen Lagerstätten und die besondern Benennungen Lager, Gänge, Stöcke u. s. w. erhalten, je nach ihrer Gestalt und ihrem Vorkommen in den verschiedenen Formationen.

Die mit den nutzbaren Mineralien, welche Gegenstand der Gewinnung sind, zusammen vorkommenden nutzlosen Mineralien, werden Gangarten genannt.

Nach der Art ihrer Structur werden die verschiedenen Formationen und die sie bildenden Gebirgsarten oder Gesteine in zwei grosse Classen, in die geschichteten und in die ungeschichteten, getheilt.

Lager. — Man nennt die geschichteten Gebirgsarten so, weil sie aus übereinander liegenden Lagen oder Schichten bestehen, die von untereinander fast parallelen Flächen begränzt sind. Man nennt diese Schichtenmassen Lager, zuweilen auch Bänke oder Flötze. Die Benennung Bänke wird besonders bei den dicken oder mächtigen Lagern von Bausteinen, Schiefer oder andern Baumaterialien, die Benennung Flötz besonders bei den Steinkohlen, Kupferschiefer, bei manchen Eisenerzlagern u. s. w. angewendet. Die Lager liegen horizontal oder unter irgend einem Winkel gegen den Horizont geneigt; meistens eben, wenigstens auf dem grössten Theile ihrer Ausdehnung, häufig aber auch gebogen, geknickt, oder wellenförmig. Mit örtlichen Ausnahmen ist die Zusammensetzung und Structur einer und derselben Schicht ziemlich gleichartig.

Der Mangel an Schichtung und eine deutliche Neigung der die Formationen bildenden Gesteine zum krystallinischen Gefüge, characterisiren die ungeschichteten oder massigen Formationen.

Viele nutzbare Mineralien finden sich auf Lagern, namentlich die Steinkohlen und alle andern mineralischen Brennstoffe, der Schiefer und die meisten Bausteine.

Man unterscheidet bei einem Lager:

1) Sein Streichen, d. h., die Richtung einer horizontalen Linie, welche auf der Ebene eines Lagers, oder, allgemeiner ausgedrückt, auf einer das Lager berührenden Ebene, gezogen ist. Es wird durch den Winkel bezeichnet, den diese Linie mit dem gegen Norden gerichteten Theil der Mittagsebene macht, und den man entweder in Graden oder in Stunden ausdrückt, von denen jede ein Zwölftel von dem Halbkreise ist *).

2) Sein Fallen. Es ist dies der zwischen der Ebene des Lagers und der Horizontalen liegende Winkel. Er wird durch den ebenen Winkel gemessen, der zwischen der auf dem Lager gezogenen, senkrecht auf dem Streichen stehenden Linie und der horizontalen Projection derselben liegt. Zu dem Werthe dieses, zwischen 0 und 90° liegenden Winkels fügt man die Angabe der Richtung des Fallens nach einer der vier Weltgegenden.

3) Seine Mächtigkeit. Es ist dies die Stärke des Lagers, welche durch eine senkrecht auf den beiden es begränzenden Ebenen stehende Linie gemessen wird.

4) Sein Hangendes oder Dach und sein Liegendes oder seine Sohle. Dach oder Hangendes nennt man die es begränzende obere Ebene und Sohle oder Liegendes die untere, oder man bezeichnet vielmehr mit diesen Ausdrücken die ein Lager oben und unten begränzenden, es bedeckenden und zu seiner Unterlage liegenden Gebirgsschichten.

5) Sein Ausgehendes oder Ausbeissen, d. h., das Endigen eines Lagers an der Gebirgsoberfläche, oder der zu Tage ausgehende Theil desselben.

Das Fallen der nicht ebenen Lager ist an verschiedenen Puncten verschieden. Es können diese Lager graphisch durch eine Reihe von horizontalen Linien dargestellt werden, die aus den Durchschnitten der Ebene von dem Lager, oder vielmehr einer der, durch eine Reihe horizontaler, gleichweit voneinander abstehender Ebenen bestehen und mit den Profilen oder Durchschnitten durch senkrechte, parallele Ebenen verbunden sind. Man kann die Profile noch deutlicher machen, indem man auf die horizontalen Linien Pfeile zieht, deren Spitzen die Richtung des Fallens nach dem Puncte, wohin sie gezogen sind, angiebt, und bei denen man die Grösse des Fallens in Graden bemerkt.

*) Das Streichen kann stets durch einen spitzen Winkel zwischen 0 bis 90 Grad oder 0 bis 6 Stunden bezeichnet werden, dem man noch die Weltgegend Ost oder West beifügt, zwischen denen die Linie liegt, welche mit dem nach Norden gerichteten Theile der Mittagslinie den in Graden oder Stunden ausgedrückten spitzen Winkel bildet. Jedoch giebt man auch häufig ein Streichen mittelst eines stumpfen Winkels an. Wenn man aber, z. B., sagt, dass das Streichen eines Lagers 120° oder 8 Stunden östlich betrage, so ist das ebensoviel, als wenn man sagte, es betrage 30° oder Stunde 8 westlich. Die Werthe der beiden spitzen oder stumpfen Winkel, welche zur Angabe eines und desselben Streichens genommen werden können, sind nur 90° oder 6 Stunden voneinander verschieden, und sie liegen in den beiden, durch die Mittagslinie getrennten Weltgegenden.

Es könnte auch zweckmässig erscheinen, die Winkel stets mit der Mittagslinie nach einer Richtung zu zählen. In diesem Falle würden die Winkelwerthe, durch welche ein und dasselbe Streichen angegeben wird, untereinander um 180° oder 12 Stunden verschieden, und es würde unnütz seyn, der Bezeichnung des Winkels die Angabe der Weltgegend hinzuzufügen, innerhalb welcher die mit der Mittagslinie den angegebenen Winkel bildende Linie befindlich ist. Diese Art, die Winkel zu zählen, ist die bequemste für die Aufnahme, allein in geologischen Schriften und im gewöhnlichen Leben ist sie wenig gebräuchlich.

Störungen der Schichten. — Häufig sieht man Lager, die auf dem grössten Theile ihrer Ausdehnung eben und fast horizontal sind, sich nach den Gränzen des unterliegenden Gebirges oder des Liegenden zu, auf welchem sie abgelagert sind, emporrichten und in Falten legen. Sind sie so von allen Seiten begränzt, so haben sie, im Allgemeinen betrachtet, die Form eines Beckens oder einer Mulde. Es giebt auch Lager, welche auf ihrer ganzen Ausdehnung solche Falten haben, die aus einer abwechselnden Reihe von Sätteln und Mulden bestehen, deren geradlinigte oder etwas gekrümmte Axen untereinander fast parallel sind. In diesem Falle konnten die hervorstehendsten Sättel der obern Schichten gänzlich oder theilweis durch die Aushöhlung der in dem Lande vorhandenen Thäler zerstört werden, während die untern Lager, welche von denselben Zerstörungen nicht erreicht wurden, ohne Unterbrechung fortsetzten und den ursprünglichen Zusammenhang der erstern bewiesen. Die Steinkohlen-Formation giebt uns zahlreiche Beispiele dieser beiden Arten von Biegungen. Taf. 1, Fig. 1 zeigt uns einen Durchschnitt des Steinkohlengebirges bei Mons, nach einer von Nord nach Süd laufenden Linie. Man sieht, dass die Flötze die Form eines sehr weiten, von Ost nach West verlängerten Beckens haben, und dass die Ränder sich in Norden und Süden da aufrichten, wo sich die eigentliche Steinkohlen-Formation auf den liegenden Kalkstein lagert. Südwärts ist die Aufrichtung der Schichten steil und von so deutlichen Biegungen begleitet, dass die Flötze umgestürzt sind und das Dach unter denselben und die Sohle darüber liegt.

Die Bergleute in Belgien und im nördlichen Frankreich nennen die fast horizontalen Theile der Flötze *plateurs* oder *plats* und die steilen Flügel, deren Fallen 90° nahe oder fast seiger steht, *droits* oder *dressants*. In einigen Districten beziehen sich die entgegengesetzten Ausdrücke der stehenden und liegenden Flötze (*dressants et plateurs*) nicht auf den Grad des Fallens der Theile von den Flötzen, sondern vielmehr auf die respective Lage der im Dache und in der Sohle dieser Theile liegenden Schichten. So haben die stehenden Flötze gegenseitig die Schichten über und unter sich, welche im Gegentheile unter und über den liegenden Flötzen befindlich sind und umgekehrt, es sey übrigens der Grad des Fallens der stehenten und liegenden Flötze, welcher er wolle. Die verschiedene Beschaffenheit der Schichten, zwischen denen ein im Abbau begriffenes Flötz liegt, ist oft allein schon hinreichend, um ein stehendes von einem liegenden zu unterscheiden.

Das zu Decazeville im Aveyron-Depart. im Abbau stehende sehr mächtige Steinkohlengebirge zeigt eine Reihe langer, von Norden nach Süden sich erstreckender Biegungen, deren Axen etwas nach Norden geneigt sind. Es ist durch den Schieferthon und Kohlensandstein, der Schichten von mehreren Metern *) Mächtigkeit bis zu sehr geringer Stärke bildet, und die gewöhnlich parallele Flächen haben, in mehrere, mehr oder weniger voneinander verschiedene Flötze getheilt. Das Ausgehende der Flötze zeigt sich am Abhange der Berge mit verschiedenem Fallen und Streichen. Ihr Zusammenhang ist durch tiefe Thäler unterbrochen, welche die Gegend durchziehen, und man hat dies Ausgehende als verschiedenen Flötzsystemen angehörig angesehen, zwischen denen keine Verbindung stattfindet. Die in den letzten Jahren ausgeführten, sehr bedeutenden Grubenbaue haben die Gleichartigkeit und selbst den Zusammenhang

*) 1 Met. = 3 Fuss 2 Zoll 3 Linien Rheinl.; 1 Decimeter = 3¾ Zoll; 1 Centimeter = 4½ Linien; 1 Millimeter = ½ Linie. H.

der von Sérons, Lasalle, Paleyret und Lavaysse bis Firmy abgebauten Flötze ausser Zweifel gestellt.

Die Flötze sind localen Verwerfungen und Verdrückungen, ferner Gewirren, sowie Veränderungen in der Beschaffenheit und Structur der sie bildenden Substanzen, unterworfen. Ihr Zusammenhang ist oft plötzlich durch wieder ausgefüllte Spalten unterbrochen, welche alle Schichten der Formation durchsetzen, und die man Rücken (*failles, crains*) nennt. Sind sie mit basaltischen, trapp- oder porphyrartigen Gesteinen ausgefüllt, ähnlich denen, welche die Masse gewisser ungeschichteter Formationen von entschieden feuriger Entstehung bilden, so nennt man sie Trappgänge oder in England *dykes*.

Die Verdrückungen der Lager sind zuweilen bis dahin getrieben, dass sich Hangendes und Liegendes gänzlich berühren und nur schwache Spuren von Jenem zwischen sich lassen, welche selbst gänzlich verschwinden können. Diesen Verdrückungen folgen wieder Erweiterungen, d. h., sie werden wieder mächtiger oder thun sich auf. Die in den franz. Departements der Sarthe und der Mayenne im Abbau stehenden Anthracit-Lagerstätten zeigen fast auf ihrer ganzen Ausdehnung eine Reihe von Störungen dieser Art. In der eigentlichen Steinkohlenformation finden sich die Verdrückungen nicht selten in der Nähe der Biegungen, an den Puncten, an denen die Steinkohlenflötze plötzlich ihr Fallen oder Streichen verändern. Fig. 5, Taf. 1 ist ein senkrechter Durchschnitt durch eine auf dem Streichen senkrecht stehende Ebene des zu Rive-de-Gier im Loire-Depart. in dem Raume, zwischen den Gebieten von Verchères und Mouillon in Abbau stehenden hauptsächlichsten Steinkohlenflötzes. In dem Gier-Thale wird die Steinkohlenformation zu einem schmalen, von Südwest nach Nordost, fast wie das Thal, laufenden Bande, welches im Norden und Süden auf die primitiven Gebirge aufgelagert ist. Das in der Mitte dieses Streifens im Wesentlichen söhlige Flötz richtet sich nördlich und südlich, wo die Formation an das ältere Gebirge angelagert ist, auf. Die südliche Aufrichtung ist sehr steil und von Gewirren begleitet, welche die Lagerungsverhältnisse gänzlich verändern. Nordwärts, zwischen Verchères und Mouillon, ist die Aufrichtung weniger steil, allein die in der Mitte des Beckens 10 bis 12 Met. (5—6 Lachter) betragende Mächtigkeit des Flötzes hat sich an einigen von den steilsten Theilen, am nördlichen Rande des Thales, auf $\frac{1}{2}$ Met. (20 Zoll) und weniger vermindert. Nach dieser Verdrückung wird das Flötz wieder mächtiger und dehnt sich mit einem mässigen Fallen unter dem fast horizontalen Plateau von Mouillon, wo der älteste Bergbau stattgefunden hat, aus.

Die Gewirre (*brouillages*) sind von verschiedener Art. Am Häufigsten entstehen sie aus einer Vermengung der Gesteine, welche das Hangende und das Liegende bilden, mit der Substanz des bauwürdigen Flötzes, so dass man annehmen darf, es sey das Resultat eines alten, wenig ausgedehnten Bruchs der übereinander liegenden Schichten, dessen Bruchstücke untereinander gemengt worden sind. Diess Gemenge ist oft so, dass die Beschaffenheit des gewonnenen Flötzes gänzlich verändert wird.

Ausser diesen auf einen kleinen Raum beschränkten Gewirren, sind die Lager und Flötze auch zuweilen auf bedeutende Strecken in ihrer Beschaffenheit und Structur verändert. So sind die Flötze durch Schichten tauben Gesteins (*nerfs* der Franzosen) getheilt, welche gewöhnlich nur dünn sind, zuweilen aber auch so mächtig werden, dass sie die Flötze vollständig trennen, so dass jeder Theil für sich abgebauet werden muss. Bei mächtigen Steinkohlenflötzen sind Störungen dieser Art nicht selten.

Auch der Aggregatzustand ist Veränderungen unterworfen. So bestehen die festen Sandsteinschichten an gewissen Puncten nur aus einem losen Sande.

Endlich ist auch die Beschaffenheit der Gemengtheile mehr oder weniger verändert. So ersetzt in manchen Steinkohlengebirgen zuweilen ein bituminöser Schiefer die Kohlen. Ein merkwürdiges Beispiel von Störungen dieser Art bietet die Steinkohlengrube Lagrange bei Decazeville dar. Die Steinkohle wird hier plötzlich durch dichten und gestreiften Thoneisenstein (Sphärosiderit) ersetzt. An der Stelle, wo diese Substitution stattfindet, haben Dach und Sohle ihre Lagerungsverhältnisse durchaus, ohne die geringste Veränderung, beibehalten. Die Masse des Thoneisensteines, welche ganz zufällig bei dem Grubenbetriebe entdeckt wurde, endigt sich mit einem halbrunden Umrisse und ist von allen Seiten von Steinkohlen umgeben, wie es Fig. 6, Taf. 1 zeigt, indem auf derselben *a* die Steinkohle und *b* der dichte Thoneisenstein ist.

Die Rücken sind wirkliche taube oder Gesteinsgänge, welche der Bergmann lediglich aus dem Gesichtspuncte der Veränderungen, welche sie bei den durchsetzenden Schichten hervorbringen, betrachtet. Diese Veränderung beschränkt sich aber nicht allein auf eine einfache Trennung, sondern die Formationsglieder sind auch deutlich verworfen worden. Wirklich ist es fast immer der Fall, dass beide Theile der durch die Spalte oder den Rücken getrennten Schichten eine relative Ortsveränderung erlitten haben, ein Rutschen des einen Theils auf dem andern, wodurch die früher zusammenhängenden Theile der Flötze durch grössere oder geringere Zwischenräume voneinander getrennt werden. Daher findet sich die Fortsetzung eines durch einen Rücken durchsetzten Flötzes, jenseits desselben in einem ganz andern Niveau, links oder rechts und fast nie gegenüber. Man sagt daher, die Flötze oder Schichten seyen durch den Rücken verworfen worden.

Weiter unten bei den Gängen werden wir das mittheilen, welches die Erfahrung über die Richtung, nach welcher die beiden getrennten Massen verworfen worden sind, lehrt.

Die Mächtigkeit der Rücken wechselt von einigen Linien bis zu einigen Lachtern.

Die das Steinkohlengebirge durchsetzenden Rücken, in welchem sie nicht selten vorkommen, sind gewöhnlich mit einem weichen Thone und mit Bruchstücken der durchsetzten Schichten, zuweilen auch mit trapp- und porphyrartigen Gesteinen, angefüllt. Die mit Thon ausgefüllten Rücken führen sehr häufig viele Quellen mit sich, die von dem Eindringen des atmosphärischen Wassers zwischen die Wände der Spalte und den ihn ausfüllenden Thon herrühren.

Eine grosse Anzahl von Beispielen ausgezeichneter Rücken findet man in dem Atlas zu dem Mineralreichthume des Hrn. v. Villefosse*). Die Fig. 2, Taf. 1 zeigen einen Durchschnitt des Steinkohlengebirges in der Gegend von Newcastle am Tyne in Nordengland, der von Hrn. Buddle, einem sehr befähigten Beamten der dortigen Steinkohlenbergwerke, herrührt. Das Streichen dieses Profils läuft fast von Norden nach Süden, der Maassstab von den senkrechten Entfernungen ist der doppelte von dem der horizontalen, so dass das Fallen der Schichten das Doppelte von dem wirklichen ist. Die Linie *aaa* stellt das *high main coal* oder grosses oberes (hangendes)

*) Man sehe meine deutsche Bearbeitung dieses Werkes bei dem Verleger des vorliegenden, Bd. 1—3, 1822 und 1823 und 2 Supplementbände, 1839 und 1840. H.

Flötz genannte Kohlenflötz dar; es hat unmittelbar ein mächtiges Sandsteinflötz, *main post* genannt, zum Dache. Durch die Schächte sind neun andere, einander parallele Flötze ausgerichtet worden. Der südlich von dem Tyneflusse, unter den Jarrowmorast liegende, etwa 55 Faden — *fathoms* — (à 6 Fuss engl.) liegende Theil dieses Durchschnittes ist nicht direct untersucht und ausgerichtet worden, sondern man hat ihn nach den Bauen auf den andern benachbarten Theilen des Gebirges dargestellt. Die das mächtige hangende Flötz darstellende Linie *aaa* dient als Horizont, um die von vielen Gesteingängen (*dykes*) veranlassten Verwerfungen, welche den Zusammenhang aller Schichten zerrissen haben, verfolgen zu können. Geht man von dem tiefsten südlichen Puncte, unter dem Jarrow Slake genannten Teich, aus, so richtet sich das hangende Hauptflötz (*high-main-coal*) unter einem Winkel von 10° auf. Es wird dann von einem ersten Gesteinsgange durchsetzt, der es, sowie alle Schichten der Formation, um 12 engl. Fuss hebt, dann durch einen zweiten Gang, der eine Emporhebung von 6 Faden bewirkt. In der Nähe des linken Tyneufers durchsetzt ein anderer Gang das Gebirge und verwirft die Flötze um 15 Faden nach Unten. Von dort ab dehnt sich das Flötz ohne Unterbrechung und mit einem merklich gleichförmigen Fallen bis auf eine Entfernung von etwa 500 Yards (à 3 engl. Fuss) nordwärts von dem Percyschachte aus. Hier nimmt das Fallen plötzlich zu, so dass eine Art von stehendem Flötz entsteht, dessen flache Erstreckung 140 Yards beträgt. Darauf nimmt das Flötz wieder seine gewöhnlichen Lagerungsverhältnisse an, bis zu einem Gange, der es 200 Yards nördlich von dem Chirton-Schachte trifft und das ganze Gebirge um 40 Faden hebt. Auf einer etwa 150 Yards langen Strecke von diesem Gange und einem andern, mehr nordwärts liegenden, ist das hangende Hauptflötz verschwunden, indem man dort nur tiefere Flötze findet. Das von dem Rücken um 40 Fathoms über die Oberfläche emporgehobene Flötz erscheint nördlich von einem andern Gange, welcher die Schichten um 11 Faden niederwirft, wieder. Von da erstreckt sich das Flötz fast söhlig und in mittlerer Teufe unter Tage, bis zu einem mächtigen Rücken, *main dyke*, welcher das ganze Gebirge um 140 Faden niederwirft. Nordwärts von diesem Rücken erhebt sich das sehr tief liegende Flötz unter einem starken Winkel auf eine Erstreckung von etwa $\frac{1}{2}$ engl. Meile (240 preuss. Ruthen), das Fallen vermindert sich nach und nach, das Flötz wird merklich söhlig und erlangt stellenweise selbst ein geringes nördliches Fallen, wie man es in den Steinkohlenbergwerken von Holywell und Blackworth wahrnimmt. In der Nähe des auf dem Durchschnitte nicht mehr dargestellten Dorfes Holywell wird das Flötz ebenfalls noch von einem Rücken durchsetzt und um 35 Faden niedergeworfen.

Fig. 3, Taf. 1 ist der Durchschnitt des Steinkohlengebirges von Ronchamp im Depart. der Obern Saône, nach der Aufnahme des Hrn. Thirria. Die bauwürdigen Flötze werden plötzlich durch eine Porphyrmasse abgeschnitten, und zwar nach einer Linie, die einen sehr schwachen Winkel mit ihrem Streichen bildet. In der Ebene von Champagney, jenseits des Punctes, wo die Flötze unterbrochen worden sind, ausgeführte Bohrarbeiten haben, dem Anscheine nach, Lager von rothem Sandsteine unter den Alluvionen von Geschieben, welche diese Ebene bedecken, nachgewiesen und unter einigen Bänken dieses rothen Sandsteins die Porphyrmasse, welche eine unregelmässige Erhöhung zu bilden scheint. Das Steinkohlengebirge ist nicht wieder gefunden worden.

Fig. 4, *Taf.* 1 stellt einen Durchschnitt des Steinkohlenbeckens von Ségure im Aude-Depart. dar, welchen wir der geologischen Beschreibung von Frankreich von den Herren Dufrénoy und Elie de Beaumont entlehnt haben. Hier erheben sich die Porphyrmassen, welche das Steinkohlengebirge gangartig durchsetzen, über die Gebirgsoberfläche und bilden Rücken und Gipfel oder Kegel.

Gänge. — Ein Gang ist eine mehr oder weniger mächtige Masse, welche Dimension jedoch im Verhältnisse zu den beiden andern, welche unbestimmt sind, sehr gering ist, und die von den sie umschliessenden Gebirgsgesteinen verschieden ist, sowohl nach der Beschaffenheit, als auch nach der Structur und dem Aggregatzustande der sie bildenden Substanzen. Diese Masse durchsetzt häufig mehrere verschiedene Formationen, und in den geschichteten durchschneidet sie gewöhnlich die Schichten, liegt aber auch zuweilen zwischen denselben oder in den Schichtungsklüften und unterscheidet sich alsdann nur durch ihre Zusammensetzung und Structur von denselben, welche bei den Gängen und Lagern im Allgemeinen sehr verschiedenartig sind *). Während die letztern ein sehr gleichartiges Ganzes bilden, sind die erstern dagegen mit sehr verschiedenartigen Substanzen ausgefüllt. Man findet darin mit isolirten oder miteinander verbundenen eckigen Bruchstücken, Letten, Drusenräume oder mit Krystallen besetzte Höhlungen, metallische Substanzen, welche entweder das Innere der Höhlungen bekleiden, oder in schmalen Gängen, oder Trümmern die Gangmasse nach allen Richtungen durchsetzen u. s. w. Häufig bemerkt man in den Gängen eine streifen- oder lagenförmige Structur, die zu beiden Seiten parallel mit einer Ebene der Wände des umschliessenden Gebirgsgesteins vorkommt und die Lagerstätte in zwei gleiche Theile theilt.

Man unterscheidet bei einem Gange, wie bei einem Lager, das Streichen, das Fallen, die Mächtigkeit, das Hangende, das Liegende, das Ausgehende. Hangendes und Liegendes werden auch die Sahlbänder des Ganges genannt.

Viele Gänge sind sehr deutlich von ihren Sahlbändern getrennt, so dass sie mit denselben gar keinen Zusammenhang haben. In diesem Falle ist zwischen der Gangmasse und dem Nebengestein eine weiche Thon- oder Lettenlage vorhanden, welche dem Bergmanne den Vortheil einer leichtern Gewinnung der Gangmasse gewährt. Diese Thonlage wird Besteg genannt. Es giebt aber auch Gänge, deren Substanz gewissermaassen mit dem umschliessenden Gesteine verschmilzt, so dass es unmöglich seyn würde, genau zu sagen, wo der Gang aufhört, und wo die Sahlbänder beginnen. Viele Gänge sind der Gegenstand von Gewinnungsarbeiten, andere sind dem Bergmanne bekannt, als den Zusammenhang der Lager und Flötze, die er abbauet, unterbrechend, und diese erhalten alsdann die besondere Benennung der Rücken.

Wenn ein Gang die Schichten des Gebirgsgesteins durchsetzt und man untersucht dieselben zu beiden Seiten dieses Ganges, so findet man, dass sie hier und dort in derselben Reihenfolge übereinander liegen, so dass am Häufigsten ihr Streichen und ihr Fallen wenig oder gar nicht verändert sind, dass aber gewöhnlich die Schichten auf der einen Seite nicht in der Verlängerung derselben Schichten der andern Seite liegen. Fast immer liegen die Schichten im Hangenden niedriger, als die im Liegenden,

*) Die mit den Ebenen der Schichten parallelen oder lagerartigen Gänge nennt man im sächsischen Erzgebirge gewöhnlich Schwebende, in Frankreich *veines* und in England *veins*, wogegen *lodes* die mehr seigern, das Gebirgsgestein durchsetzenden Gänge genannt werden.

als wenn die Masse des Hangenden auf der des Liegenden, nach der Linie des stärksten Fallens, gerutscht wäre. Eben so geschieht es, dass, wenn die Ränder eines tiefen Grabens in einem rölligen oder weichen Erdreiche einstürzen, dasselbe parallel mit der Axe dieses Grabens reisst und nach Bruchebenen, die nach demselben abfallen, und die zur Seite des Grabens liegenden Massen gleiten auf diesen Bruchflächen. Ist nun das Erdreich, in welchem der Graben gemacht worden, geschichtet, und ist der Zusammenhang der getrennten Theile nicht gänzlich aufgehoben, so hat man ein genaues Bild von der Verwerfung des Gebirgsgesteines, welche die Gänge gewöhnlich begleitet *).

Störungen der Gänge. — Die Gänge zeigen, wie die Lager, Biegungen, Verdrückungen, oder Zusammenziehungen und Gewirre, oder Zertrümmerungen, ja es sind solche Störungen der Regelmässigkeit bei denselben häufiger, als bei den Lagern. Auch werden sie von andern Gängen unterbrochen. Bei diesem Zusammentreffen zweier Gänge heisst der ohne Unterbrechung fortsetzende der durchsetzende und der andere der durchsetzte Gang.

In gewissen geschichteten Formationen hat man wahrgenommen, dass die Verdrückungen und die Zertrümmerungen genau an denjenigen Stellen vorkommen, an denen der Gang von gewissen Bänken des Gebirgsgesteins umschlossen ist. Es ist dies besonders bei den Bleierzgängen in Derbyshire der Fall, welche einen Kalkstein durchsetzen, in dessen Schichtungsklüfte die Masse eines Trappgesteins eingedrungen ist, den die englischen Geologen und Bergleute *Toadstone* (Krötenstein) nennen. In den Kalksteinschichten sind die im Abbaue stehenden Gänge mächtig und regelmässig, werden aber in den Trappgesteinen bis auf eine so geringe Stärke verdrückt, dass man anfänglich glaubte, sie seyen von dieser Felsart gänzlich abgeschnitten, wiewohl der Zusammenhang des Ganges durch den Trapp hindurch jetzt bestimmt erwiesen ist. Die Bleierzgänge in Cumberland, die in einem aus Kalksteinlagern, welches mit Sandstein- und Thonschieferbänken wechsellagert, bestehenden Gebirge aufsetzen, in denen aber auch Trappmassen eingelagert vorkommen, sind im Allgemeinen in dem Schiefer und Sandsteine weniger mächtig, als in dem Kalksteine. Auch sind die Gänge da, wo sie von diesem letztern Gesteine umschlossen werden, reicher, als da, wo sie die erstern durchsetzen. Endlich ist es bemerkenswerth, dass die im Kalksteine fast stehenden Gänge die Sandstein- und Schieferbänke in schiefwinklichter Richtung durchschneiden, wodurch der Durchschnitt dieser Gänge nach einer senkrecht auf ihrem Streichen stehenden Ebene ein treppenförmiges Ansehen erhält, eine Structur, welche sich auch anderwärts, wie, z. B., bei dem Halsbrückner Spathgange, wiederfindet, wo sie schon Werner wahrnahm.

Die Gänge zeigen in ihrer Erstreckung grosse Verschiedenheiten im Erzreichthum, und an vielen Orten scheint die Veredelung oder Verarmung eines Ganges mit der Beschaffenheit des ihn umschliessenden Nebengesteins in Verbindung zu stehen. So sind die Bleierzgänge in Cumberland, wie schon bemerkt, in dem Kalksteine reicher, als im Sandsteine oder besonders in dem Schiefer, in welchem sie fast immer taub sind. Besonders veredeln sie sich in gewissen Kalksteinbänken.

*) Den Vergleich, welchen wir hier zwischen einem Erdeinsturze und den Verwerfungen der Gänge machen, dient blos dazu, einen einfachen Begriff von den Erscheinungen beobachteter Thatsachen zu geben ohne dass wir beide gleichen Ursachen zuschreiben wollen.

In Cornwall, wo die Erzgänge häufig in einem Killas genannten Schiefergesteine, ferner im Granit, an welchem jener angelagert ist und in grossen Massen eines porphyrartigen Gesteins, welches die dortigen Geologen und Bergleute Elvan nennen, und welches in dem Gebirge selbst mächtige Gesteinsgänge bildet, aufsetzen, hat man wahrgenommen, dass die in dem Killas edeln Gänge in dem Granit gänzlich taub sind, wiewohl sie auch in diesem Gesteine sich regelmässig verhalten und die frühere Mächtigkeit beibehalten. Weit seltner werden im Granit edle Gänge im Killas oder Elvan unedel. Auch scheint der Reichthum einiger dieser Gänge, besonders in gewissen Killasbänken, zuzunehmen.

Sehr häufig laufen von einem Gange in sein Hangendes und Liegendes Ausläufer oder Trümmer ab, welche Verzweigungen von jenem, oft aber auch so ausgedehnt und mächtig sind, dass sie besonders abgebauet werden. Gewöhnlich vereinigen sie sich in einer grössern oder geringern Entfernung von dem Puncte der Zertrümmerung wieder mit dem Hauptgange. Oft ist auch ein bauwürdiger Gang von einem andern begleitet, der fast dasselbe Streichen hat und in geringer Entfernung von ihm im Hangenden oder Liegenden vorkommt. Ausser diesen nebeneinander streichenden Gängen, welche Trümmer eines Hauptganges zu seyn scheinen, ist es auch eine gewöhnliche Erscheinung, dass ein Erzgang nicht allein in einer Gegend vorhanden ist. Am Häufigsten finden sich mehrere Gänge zusammen von gleicher Erzführung, und in diesem Falle ist das Streichen und Fallen aller dieser, durch grosse Zwischenräume getrennten Gänge fast parallel, so dass man sie als zu einer Gangformation gehörig ansehen muss. In manchen Gegenden findet man auf diese Weise zwei oder mehrere Gangformationen. Man findet alsdann, dass die Gänge von verschiedenen Formationen, welche sich durch ihr Streichen unterscheiden, im Allgemeinen auch durch die Beschaffenheit der Erzführung verschieden sind. Endlich durchsetzen alle Gänge einer und derselben Formation alle Gänge einer andern, oder werden von ihnen durchsetzt.

Wenn ein Gang von einem durchsetzenden durchschnitten ist, so ist der durchsetzte gewöhnlich verworfen, und die Beobachtung zeigt, dass die Verwerfung am Häufigsten stattfindet, als wenn sie die Wirkung des Rutschens der Gebirgsmasse im Hangenden auf der im Liegenden des durchsetzenden Ganges sey.

Die Bergleute sagen von einem Gange oder Lager, welches von einem andern Gange oder von einem Rücken durchsetzt worden ist, dass sie horizontal (söhlig) oder senkrecht (seiger) verworfen worden seyen. Fast immer hat die Verwerfung zu gleicher Zeit in söhliger und in seigerer Richtung stattgefunden, d. h., dass es möglich sey, die durchsetzte Lagerstätte jenseits des Ganges oder Rückens wieder aufzufinden (wieder auszurichten), indem man entweder in söhliger Richtung, oder von Oben nach Unten, oder von Unten nach Oben, nach der Linie des stärksten Fallens des durchsetzenden Ganges, vorwärts gehe. Die Verwerfung in horizontaler Richtung ist nicht nothwendig die Wirkung einer relativen Versetzung von zwei Theilen des durch den durchsetzenden Gang oder Rücken in dieser Richtung getrennten Gebirges. Alles kann auch das Resultat einer relativen Versetzung nach der Linie des grössten Fallens seyn, wie dies weiter unten erklärt werden wird, wenn wir von den Regeln für die Wiederausrichtung verworfener Lagerstätten reden werden.

Stöcke. — Stöcke nennt man Mineralmassen von unregelmässiger Form, am Häufigsten oval oder abgerundet. Sie kommen entweder in geschichteten oder in ungeschichteten Formationen vor. Kurz man bezeichnet mit dieser Benennung alle Lager-

stätten nutzbarer Mineralien, die weder Gänge noch Lager sind. Häufig sind die Stöcke Ausdehnungen von Gängen.

Man unterscheidet die Stockwerke, welche Gesteinsmassen bilden, die von einer grossen Anzahl von Erztrümmern, die sich nach allen Richtungen kreuzen, durchzogen sind. So findet sich der Zinnstein in schmalen Trümmern in Granit- oder Porphyrmassen, welche deutliche Stöcke mitten in dem sie umschliessenden Gebirgsgestein zu Carclaze in Cornwall, zu Geyer, Zinnwald und Altenberg in Sachsen und Böhmen bilden. Das Magneteisenerz findet sich auf Trümmern in Stöcken von Serpentin oder Talkgesteinen.

Die Putzenwerke sind Erzstöcke, welche Vertiefungen an der Erdoberfläche oder Spalten, die sich besonders im Kalksteine finden, ausfüllen. Es finden sich auf diese Weise viele Eisenerze und auch Galmei.

Liegende Stöcke oder Bänke sind den geschichteten Formationen eingelagerte Massen, die von den wirklichen Lagern nur durch ihre beschränkte Ausdehnung unterschieden sind. Jedoch ist diese im Allgemeinen hinreichend, um sie als wirkliche Lager abbauen zu können.

Stehende Stöcke scheinen sehr mächtige Gänge oder die bauchförmigen Theile von Gängen zu seyn. Man hat gefunden, dass diese sehr mächtigen Gänge hauptsächlich auf der Gränze zweier Formationen, einer geschichteten und einer ungeschichteten, und zwar parallel mit den Schichten der erstern, vorkommen. Man hat sie daher auch wohl liegende Gänge genannt. Von den Lagern unterscheiden sie sich durch ihre Structur; auch ist der Parallelismus mit den Schichten fast nie vollständig, und meistens durchsetzen sie die letztern auf einen Theil ihrer Erstreckung.

Art des Vorkommens der hauptsächlichsten Mineralsubstanzen. — Wir beendigen diese einleitenden Bemerkungen mit der Angabe des Vorkommens oder der Lagerungsverhältnisse derjenigen Mineralsubstanzen, welche der Gegenstand des häufigsten und des wichtigsten Bergbaues und Steinbruchsbetriebes oder der sogenannten Gräbereien sind.

Auf Lagern findet man:

Schiefer, Sandstein, Mergel, der meiste als Baustein oder zum Kalkbrennen gewonnene Kalkstein, der thonige Kalkstein zur Bereitung des hydraulischen Kalks und des Mörtels, der Gyps und das Steinsalz. Vielleicht bilden diese beiden letztern Substanzen, wenigstens gewöhnlich, keine wirklichen Lager, sondern liegende Stöcke von geringerer Ausdehnung, als die Formation, von der sie einen Theil bilden. Dennoch ist diese Ausdehnung gross genug, als dass diese Stöcke, in Beziehung auf ihren Abbau, sich nicht von den wirklichen Lagern unterscheiden.

In Lagern findet man auch ferner alle mineralischen Brennstoffe, von den Anthraciten der Uebergangsgebirge bis zu den Oberflächenbildungen des Torfs. Wiewohl die mineralischen Brennstoffe hauptsächlich in der eigentlichen Steinkohlenformation häufig sind, so finden sie sich dennoch in allen übrigen geschichteten Formationen, von dem Uebergangs- oder Grauwackenkalke bis zu den neuesten Bildungen.

Der Brennstoff des Uebergangsgebirges ist fast immer Anthracit, d. h., eine trockne, nicht flammende, an Kohlenstoff sehr reiche und schwer verbrennliche Steinkohle. Es gehört dahin das zu Sablé und an andern Orten des Sarthe- und des Mayenne-Depart. gewonnene Brennmaterial, das im südlichen Irland u. s. w.

In dem eigentlichen Steinkohlengebirge sind die Anthracitlager seltner; die Kohle desselben ist gewöhnlich bituminös und flammend, allein von verschiedenartiger Beschaffenheit in den verschiedenen Flötzen eines und desselben Gebirges, ja selbst in der Ausdehnung eines und desselben Flötzes.

In den geschichteten Formationen über der eigentlichen Steinkohlenformation sind die Brennstoffe weit seltner. Jedoch findet man noch Spuren von Steinkohlen und selbst von Anthracit in dem Keuper, in dem Lias, Jurakalk und selbst in der Kreideformation. So gewinnt man Steinkohlen im Jura, am Süntel und an andern Puncten im Hannöverischen und Schaumburgschen, an mehreren Puncten in den östlichen Alpen, zu Milhau im Aveyron-Depart., Anthracit in der Gegend von Mure im Isère-Depart., zu Brora in Schottland, Steinkohlen in dem Keuper zu Gemonval und an andern Puncten des Departements der Obern Saône; in der Kreidegruppe zu Entrevernes in den Alpen und zu Tonnau in Savoyen.

Braunkohlen-Lagerstätten finden sich freilich schon in der Kreideformation und selbst im Keuper, sind aber besonders in den tertiären und in den noch neuern Formationen häufig. Es gehören hierher die Braunkohlen von Soissonnais in den untersten Schichten der Pariser Formationen, die in der Molasse der Provence, in Nieder-Languedoc und in der Schweiz, die, welche sich in einer noch neuern Formation, als die Molasse, bei Latour-du-Pin im Isère-Dep., finden u. s. w. In den Marken, unweit der Spreeufer, finden sich sehr mächtige Braunkohlenlager unter den aufgeschwemmten Bildungen, in Böhmen in Verbindung mit Basalten.

Die Reihe dieser mineralischen Brennstoffe endigt mit den Torflagern, die nur mit einer schwachen Lage von Dammerde bedeckt sind, ferner mit den untermeerischen Wäldern, die man bei niedriger Ebbe an dem Meeresufer, namentlich in England und Frankreich, findet und endlich mit den Anhäufungen von Vegetabilien, welche noch jetzt durch einige grosse Flüsse, wie der Missisippi, bis zu deren Mündungen und Deltas geführt werden.

Unter den Erzen finden sich die Eisenerze sehr häufig auf Lagern. So in der Steinkohlenformation der Sphärosiderit, entweder in zusammenhängenden Massen, wie in der Umgegend von Aubin im Aveyron-Dep., oder in einzelnen Nieren, die durch Thon voneinander getrennt sind. Brauneisenstein findet sich häufig in sehr characteristischen Lagern in den verschiedenen Abtheilungen der Jura-Formation; als Beispiele führen wir die in der Umgegend von Aalen und Wasseralfingen im Würtembergischen, von Mondalazac im Aveyron-Dep., von Couches (Saône und Loire), Chatillon sur Seine (Côte-d'or), la Voulte (Ardèche) u. s. w. an.

Das Bohnerz scheint auch noch wirkliche Lager in den untern Schichten der Kreide, des Grünsandes und des Wälderthons zu bilden.

Die andern Erze kommen weit häufiger auf Gängen und Stöcken, als auf Lagern, vor. Dagegen bildet aber der Kupferschiefer im Mannsfeldschen und in Thüringen sehr deutliche Flötze im Zechstein. Zu den Lagern gehören auch noch die Sandsteinbänke mit Bleiglanzknoten, welche am Bleiberge bei Commern in Rheinpreussen gewonnen werden; die Bleiglanzlagerstätte von Védrin bei Namur im Uebergangsgebirge, die Bleiglanz- und Galmeilagerstätten im Jura-Dolomit der Umgegend von Tarnowitz in Oberschlesien. Auch der Zinnober bei Cousel und Obermoschel in Rheinbaiern tritt in Lagern auf.

An mehreren Orten Frankreich's findet sich Bleiglanz in den Bänken des Lias-Sandsteins eingesprengt. Geschiebe von Zinnstein kommen in einigen Alluvialablagerungen, welche flache Thäler in der Nähe der Zinnerzgänge ausgefüllt haben, concentrirt vor.

Alle Erze finden sich auf Gängen und Stöcken. Die meisten am Harze, in den Rheinlanden, in Schweden, in dem südwestlichen Frankreich abgebaueten Eisenerzlagerstätten gehören hierher und finden sich oft auf der Gränze der geschichteten und der ungeschichteten Felsarten. Ueberhaupt kommen zahlreiche Beispiele von metallischen Lagerstätten, entweder in characteristischen Gängen oder in Stöcken unter ähnlichen Verhältnissen vor, so dass viele Geologen annehmen, dass das Vorhandenseyn krystallinischer Gesteine, denen allgemein eine plutonische Entstehung zugeschrieben wird, wie Granit, Porphyr und Trappfelsarten, eine wichtige Rolle bei der Bildung dieser Lagerstätten gespielt haben.

Auch viele, nicht metallische Substanzen finden sich in Stöcken; so, z. B., der Gyps und das Steinsalz in letztern, in dem bunten Sandsteine, Keuper, Jurakalkstein u. s. w. Der bei St. Yrieix im Depart. der Obern Vienne, und bei St. Austle in Cornwall gewonnene Kaolin oder Porzellanerde bildet Stöcke im Granit.

Auf Stockwerken finden sich hauptsächlich der Zinnstein, welcher Trümmer in granit- und porphyrartigen Gesteinen bildet; Magneteisenerz in Trümmern in Serpentin, sowie in kalkigen und hornblendeartigen Gesteinen; der Kupferkies im Thonschiefer, in kalkigen und hornblendeartigen oder Trappgesteinen.

Endlich findet man Gold, Platinerze und Zinnstein in dem Sande der Oberfläche oder in Sand- und Grusschichten, die in geringer Tiefe liegen, zerstreut, und man gewinnt sie mittelst Waschen aus denselben. Diese Art von Lagerstätte nennt man **Seifenwerke**. Dahin gehören, z. B., die reichen Goldalluvionen in Sibirien und an den Abhängen des Ural, der Goldgehalt des Sandes mehrerer Flüsse, die Diamanten und mehrere andere Edelsteine *).

*) Da die für den Bergbau so wichtige Lehre von den besondern Lagerstätten hier nur in einer übersichtlichen Darstellung mitgetheilt werden konnte, so will ich hier die wichtigsten Werke darüber zum weitern Nachlesen angeben:

Werner, neue Theorie von der Entstehung der Gänge, mit Anwendung auf den Bergbau, besonders den Freibergischen. Freiberg, 1791.

v. Beust, kritische Beleuchtung der Werner'schen Gangtheorie aus dem gegenwärtigen Standpuncte der Geologie. Das. 1840.

Waldauf v. Waldenstein, die besondern Lagerstätten der nutzbaren Mineralien. Wien 1824.

Dessen Beiträge zur Kenntniss der Erzlagerstätten nach Mittheilungen und Betrachtungen von Mohs, Schmidt, Schneider, Zimmermann, Charpentier, Fournet, de la Beche, Couchy etc. Das. 1844.

Kühn, Handbuch der Geognosie, II. S. 299 etc. Freiberg 1836.

Fournet, Etudes sur les dépôts métallifères, in d'Aubuisson traité de Géognosie, 2de édit. III. 383 etc. (1837).

v. Weissenbach, Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse aus dem sächs. Erzgebirge. Leipzig 1836.

Freiesleben, Die sächs. Erzgänge in einer vorläufigen Aufstellung ihrer Formationen. Freiberg 1843.

De la Beche, über die in Cornwall vorkommenden Erzgänge, in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung, 1842, S. 43 etc.

Mohs, die ersten Begriffe der Mineralogie und Geognosie für junge practische Bergleute der k. k. österreichischen Staaten. 2 Bde. Wien 1842. II. 287 etc.

Schmidt, Beiträge zur Lehre von den Gängen, Siegen 1827. H.

Zweites Kapitel.

Von den Versucharbeiten.

Anzeigen von dem Vorhandenseyn von Lagerstätten. — Die Entdeckung von Lagerstätten rührt gewöhnlich von äussern Anzeigen her, die man durch Zufall auffindet. Dieselben bestehen in dem Ausgehenden der Lagerstätten, in zufällig davon abgelös'ten Bruchstücken, sogenannten Fundstufen, welche zu der Aufsuchung und Entdeckung von jenen führen können, oder in Ausströmungen von der Lagerstätte, welche durch die Spalten des hangenden Gebirges zur Oberfläche gelangen. Nur in der eigentlichen Steinkohlenformation sind die Kohlenlagerstätten so häufig, dass ihr gehörig bestätigtes Vorhandenseyn allein ein hinreichender Grund zur Unternehmung von Versucharbeiten seyn kann. Diese Formation wird durch ihre geologische Stellung in der Reihe der Formationen, durch die Beschaffenheit der Gesteine, welche sie bilden und die aus Sandstein- und Schieferthonschichten und aus Kohlenflötzen, welche ohne regelmässige periodische Ordnung miteinander wechsellagern, sowie endlich durch die Beschaffenheit der darin vorkommenden zahlreichen Pflanzenabdrücke characterisirt. Im Fall, dass die Kennzeichen der geologischen Stellung mangeln, würden die obigen hinreichen, um sie von mehreren andern Formationen zu unterscheiden, die, wie sie, aus Sandstein- und Schieferschichten bestehen, die aber andere Species von fossilen Pflanzen enthalten.

Es wird nicht unnütz seyn, hier zu bemerken, dass die häufigen Beobachtungen der Männer, welche in den letzten Zeiten die Geologie sehr förderten, gezeigt haben, dass die Erzlagerstätten nicht, wie man es ehedem annahm, ausschliesslich in den Uebergangs- und in den ältesten secundären Formationen, sondern auch in jüngern vorkommen. Wir wiederholen das, was in dem vorhergehenden Kapitel über den Umstand des häufigen Vorkommens der Erzlagerstätten in der Nähe der Gänge zweier Felsarten von verschiedener Entstehung gesagt worden ist. Jedoch können diese allgemeinen Thatsachen den Bergmann durchaus nicht bei seinen speciellen Versucharbeiten leiten. Ist eine Lagerstätte einmal aufgefunden, so muss er zu einer aufmerksamen Untersuchung der umliegenden Gegend, zu den Veränderungen, welche die Formation erlitten hat, zu den Aehnlichkeiten mit andern analogen Lagerstätten in dersel-

ben Gegend, wenn dergleichen vorhanden sind, seine Zuflucht nehmen, um die vorhergehenden Untersuchungen deutlich zu machen.

Quellen, welche salzsaures Natron aufgelös't enthalten, sind gewöhnlich ein Anzeichen von dem Vorhandenseyn benachbarter Steinsalzstöcke. Quellen dieser Art ist die Entdeckung des Steinsalzes im Badenschen, Würtembergschen, in den Departements der Meurthe und der Obern Saône u. s. w. zuzuschreiben. Jedoch scheinen manche salzhaltigen Quellen ihren Salzgehalt von entfernten Stöcken entnommen zu haben. Dahin gehören diejenigen, welche die Salzwerke von Kreuznach in Rheinpreussen speisen; sie kommen aus einem Porphyrgesteine hervor und verhalten sich wie warme Quellen.

Die Naphtha- und Asphaltquellen sind Anzeigen von dem Vorhandenseyn von Lagerstätten dieser Substanzen. Die in den nordamericanischen Staaten Ohio und Kentuky sollen in Beziehung mit Steinkohlenflötzen stehen. In den europäischen Steinkohlenformationen kennen wir keine Beziehungen dieser Art, und es kommen dort die Erdölquellen aus Brennmaterial-Lagerstätten hervor, die weit neuer, als die Steinkohlen, sind. Man findet auch Gasausströmungen, besonders von kohlensaurem, Kohlen- und Schwefelwasserstoffgas. Die Ausströmungen von kohlensaurem und von geschwefeltem Wasserstoffgase kommen in der Nachbarschaft von Mineralwassern zu Tage, welche dasselbe aufgelös't enthalten und in keiner Beziehung zu irgend einer bauwürdigen Lagerstätte zu stehen scheinen. Das reine oder mit ölbildendem Gase vermischte Kohlenwasserstoffgas entwickelt sich sehr häufig aus den mit Steinkohlenflötzen in Verbindung stehenden Spalten. Die häufigsten Ströme dieses Gases kommen aber aus den Bildungen, welche Erdöl und Asphalt enthalten, oder aus den Steinsalzlagerstätten. In der Gegend von Baku an den Ufern des Caspischen Meeres, wo der Boden sehr viel Erdöl und Erdpech enthält, braucht man nur eine Oeffnung in die Erde zu machen, worauf sogleich Gas ausströmt, welches sich bei Annäherung einer Flamme augenblicklich entzündet. Bei einer im Jahre 1838 von Hrn. Degousée zu Swabweiler im französischen Depart. des Niederrheins veranstalteten Bohrung, fand sich in einer Tiefe von 20,66 Met. (65¾ Fuss) ein Lager von sandhaltigem, mit Erdöl durchdrungenem Thone, das mit dem aufsteigenden Wasser in die Höhe kommt. Diese Entdeckung war von einer sehr reichlichen Entwickelung von Kohlenwasserstoffgas begleitet. Andererseits haben in China ausgeführte Bohrungen in Gebirgsformationen, welche Steinsalz enthalten, Veranlassung zur Entwickelung von brennbarem Gase gegeben, welches dort zur Abdampfung von Salzsoole benutzt wird. Auch in mehreren europäischen Salzwerken finden solche Gasausströmungen statt, wie zu Bex in der Schweiz, zu Rheina in der Grafschaft Tecklenburg (preuss. Regierungsbezirk Münster), zu Wieliczka in Gallizien u. s. w.

Die bergmännischen Versucharbeiten haben meistens ähnliche Lagerstätten zum Gegenstande, als die schon in derselben Gegend bekannten sind, oder die Fortsetzung auf längere oder kürzere Strecken bekannter Lagerstätten, oder jenseits von Störungen, welche dieselben unterbrochen haben, auszuführender. Versucharbeiten der letztern Art geschehen gewöhnlich durch ordentliche Grubenbaue, welche von schon vorhandenen ausgehen. Will man die Fortsetzung von lagerartigen Lagerstätten auf sehr weiten Entfernungen von den bekannten Puncten wieder auffinden oder wieder ausrichten, so kann man sich des Erdbohrers bedienen.

Endlich kann man auch die Versucharbeiten zur Wiederaufnahme alter verlassener Gruben anwenden, deren Risse verloren gegangen sind, und über die man nur

sehr unzuverlässige Nachrichten, die auf Traditionen oder auf der Beschaffenheit der dem alten Mann und den Halden entnommenen Stufen beruhen, hat.

Auf äussere Anzeichen begründete Versucharbeiten. — Wir beschäftigen uns zuvörderst mit den Untersuchungen, die auf den Grund einfacher äusserer Kennzeichen unternommen werden. Bestehen diese Anzeichen blos in Bruchstücken, sogenannten Fundstufen *), die von dem Ausgehenden oder Ausbeissen der Lagerstätten herrühren, so muss man zuvörderst dieses aufsuchen. Zu dem Ende muss man diese Fundstufen, sowohl nach ihren äussern Kennzeichen, als nach ihrer chemischen Beschaffenheit, sowie auch die Verhältnisse ihres Vorkommens, genau untersuchen. Das Ansehen und die Beschaffenheit der Fundstufen zeigen im Allgemeinen, ob sie von einem Gange oder von einem Lager herrühren. Sind sie nicht hart und dennoch scharfkantig, so darf man natürlich folgern, dass das Ausgehende nicht weit entfernt ist. Sind die Fundstufen dagegen hart und abgerundet, so darf man annehmen, dass sie aus einer weiten Entfernung herbeigeführt worden sind, und dass die Substanzen, aus denen sie bestehen, ursprünglich mit weichern Materien zusammen vorkamen, die während des Transports zersetzt oder von ihnen entfernt wurden. In diesem letztern Falle kann die Gestaltung des Bodens angeben, von welcher Seite und durch welche Ursache die Fundstufen herbeigeführt worden sind. Man muss zu dem Ende die Thäler, die Gewässer, in deren Nähe sich die Fundstufen finden, aufwärts verfolgen; man muss die Gebirgsabhänge, die Thaleinhänge u. s. w. untersuchen.

Man muss die durch jetzt auf der Erdoberfläche wirksame mechanische Ursachen abgelös'ten Fundstufen von denen zu unterscheiden wissen, welche durch weit bedeutendere und zu einer weit frühern Periode wirkende Ursachen an ihren jetzigen Fundort gelangt sind. So findet man, z. B., an vielen Orten, in den Departements des Lot, des Cantal und des Aveyron, auf der Oberfläche der Felder Stücke von Brauneisenstein mit quarzigem Ganggestein und zwar hin und wieder so häufig, dass man glauben könnte, sie wären durch den Pflug von dem felsigen Untergrunde des Ackers abgelös't worden. Jedoch enthält derselbe keine Spur von solchem Erze und die **Puzzenwerke**, welche die bauwürdigen Lagerstätten desselben bilden, liegen von den Feldern, auf denen jene Fundstufen vorkommen, oft sehr entfernt. Ebenso können Zinnsteingeschiebe, welche sich an der Erdoberfläche finden, die Anzeigen von Zinnseifen seyn, wiewohl sie auch, wie die soeben erwähnten Eisenerze von irgend einer bauwürdigen Lagerstätte abgelös't und entfernt worden seyn können.

Versucharbeiten auf dem Ausgehenden oder Schürfen. — Wenn man mittelst der Fundstufen zu dem Ausgehenden der Lagerstätten, welchen jene angehören, gelangt ist, so muss man dasselbe verfolgen und man wird dieselben durch wenig kostbare Arbeiten ausrichten, d. h., erreichen und entblössen. Zuerst wird man sich zu überzeugen suchen, ob das Ausgehende einem Lager, oder einem regelmässigen Gange, oder einem Stocke angehört. Handelt es sich um eine Brennmaterial-Lagerstätte, um Steinkohle, Anthracit oder Braunkohlen, so ist die Lagerstätte ein Lager. Man bestimmt dann zuvörderst sein Streichen, welches dasselbe von dem des Gebirgsgesteins ist, von welchem es einen Theil bildet. In Gebirgsgegenden wird man leicht mehrere Puncte des

*) Wir besitzen eine vortreffliche „**Anleitung zum Schürfen nach Fundstufen**“, von Hrn. Georg **Tunner**, und Prof. **Tunner's** Jahrbuch für den innerröstr. Berg- und Hüttenmann, I. Jahrg. 1841, S. 153 etc. und in meiner Berg- und Hüttenmann. Zeit., Jahrg. 1843, S. 72 etc. H.

Ausgehens finden, welche weit genug voneinander entfernt liegen. In Ebenen und im Allgemeinen dann, wenn die Flötze von neuern Ablagerungen oder von Dammerde bedeckt sind, wird man das Streichen und das Fallen annähernd mittelst eines offenen Schurfs*) kennen lernen, der an einem Puncte, wo das Ausgehende bekannt ist, abgesunken werden wird, und vielleicht wird man den Betrieb einer abfallenden Strecke oder eines flachen Schachtes auf dem Fallen der Lagerstätte, zwischen ihrem Dache und ihrer Sohle, beginnen. Man wird das Streichen des Flötzes an der Oberfläche mit Pfählen abstecken, und man wird andere Puncte des Ausgehens aufzufinden suchen, indem man an verschiedenen Stellen Schürfe oder Röschen quer auf das wahrscheinliche Streichen treibt. An jedem Puncte, wo man das Ausgehende wiedergefunden hat, könnte man abfallende Strecken auf dem Fallen absinken, um die Lagerstätte in der Nähe vom Tage auszurichten. Ist es eine Erzlagerstätte, so sucht man sich zu überzeugen, ob es ein regelmässiger Gang ist. Wenn das Ausgehende nicht an mehreren Puncten zu Tage ausgeht, so werden Schürfe von geringer Teufe an den Puncten, wo man jenes gefunden hat, abgesunken, um ihr Streichen und Fallen annähernd, sowie auch die Beschaffenheit der Substanzen, welche die Lagerstätte enthält, kennen zu lernen. Ist es ein gut characterisirter Gang, weil er die Schichten des umschliessenden Gebirgsgesteins durchsetzt, weil er Bestege, deutliche Sahlbänder und eine deutlich lagenförmige Structur vom Hangenden nach dem Liegenden zu zeigt und sowie man es bei vielen Gängen wahrnimmt, so verhält man sich, wie bei einem Lager. Es würde alsdann zweckmässig seyn, mehrere Puncte des Ausgehens, in gehöriger Entfernung voneinander, durch senkrechte auf das, durch die ersten Schürfe aufgefundene, wahrscheinliche Streichen geführte Röschen, kennen zu lernen.

Veranlassen die ersten Schürfe zu der Annahme, dass man es mit einem Stocke zu thun hat, oder wenn die in einiger Entfernung voneinander gemachten Röschen zeigen, dass die Lagerstätte nicht in einer geraden Linie fortsetzt (zu Felde geht), so concentrirt man die Versucharbeiten an einem Puncte, indem man die Lagerstätte von allen Seiten (Hangenden und Liegenden) kennen zu lernen sucht.

Ist das neue Ausgehende in einer Gegend aufgefunden worden, wo schon Bergbau auf ähnlichen Lagerstätten betrieben wird, so darf man die fast allgemeine Regel von dem Parallelismus zwischen den Lagerstätten fast gleicher Natur nicht aus dem Gesichte verlieren. Bei den Lagern ist dieser Parallelismus fast scharf; allein da dieselben häufig gebogen sind, so kann ein Ausgehendes sehr gut mit dem einer schon bekannten und bereits abgebaueten Lagerstätte übereinstimmen, wenn auch Streichen und Fallen verschieden sind. Bei Gängen von gleicher Beschaffenheit ist der Parallelismus, wenn auch nicht allgemeine Regel, doch wenigstens nur seltnen Ausnahmen, oder nur geringen Abweichungen unterworfen**).

Veränderungen des Ausgehenden. — Im Allgemeinen zeigt eine Lagerstätte an ihrem Ausgehenden nicht dieselben Kennzeichen, als in der Teufe. Die Substanzen sind dort sowohl im äussern Ansehen, als auch in ihrer Beschaffenheit und selbst in ihrer chemischen Zusammensetzung, durch den Einfluss der Luft und des Wassers,

*) Ein Schurf ist eine schachtartige Vertiefung, eine Rösche eine grabenartige. H.

**) Ein vortreffliches Werk über das Schürfen besitzen wir von dem verewigten Bergrath Mohs, der es im Auftrage der obersten Oesterreichischen Bergwerksbehörde unter dem Titel: „Anleitung zum Schürfen", (Wien 1838 und 2. Aufl. 1840) herausgab. Jedoch scheint dieses Buch nicht eigentlich in den Buchhandel gekommen zu seyn. H.

verändert worden. Diese Veränderung erstreckt sich aber bis zu sehr variabeln Tiefen, je nach der Beschaffenheit und dem Aggregatzustande der Gangmassen. So ist bei den meisten Bausteinen, bei dem Gyps, Thon, bei'm Brauneisenstein, die Veränderung fast nichts, oder auf eine Tiefe von wenigen Zollen beschränkt. Bei den Brennstofflagerstätten dringt sie etwas tiefer ein, jedoch selten über 5—6 Lachter, und oft ist das Brennmaterial 1 bis $1\frac{1}{2}$ Lachter unter Tage eben so gut und eben so rein, als auf dem übrigen tiefern Theile der Lagerstätte. Bei den meisten Gängen und Erzlagerstätten ist die Veränderung deutlicher und dringt tiefer ein. Viele von ihnen enthalten am Ausgehenden Brauneisensteine im Gemenge mit Quarz, welches man den eisernen Hut der Gänge nennt. Auch in Cornwall enthält das Ausgehende der Erzgänge grosse Massen von Brauneisenstein, welches die dortigen Bergleute *Gossan* nennen. In derselben Gegend sind viele Gänge in den obern Teufen auf Zinnerz abgebauet worden, die jetzt in den grössern Teufen nur Kupfererze führen, so dass dort Zinnstein und hier Kupferkies concentrirt zu seyn scheint. Ausserdem ist es ganz klar, dass man nicht erwarten darf, an der Oberfläche Substanzen zu finden, welche durch Einwirkung der Luft und Feuchtigkeit zersetzbar sind. Kohlensaure Oxydule und Schwefelmetalle konnten in Oxyde und in schwefelsaure Salze verwandelt werden, und wenn diese letztern auflöslich sind, so konnten sie durch die atmosphärischen Gewässer weggeführt werden.

Veränderungen in der Edelheit der Gänge. — Es ist hier der Ort, zu bemerken, dass die Edelheit oder der Reichthum der Gänge bald in der Nähe des Ausgehenden, bald in der Teufe, bald in den mittlern Theilen am Grössten ist, und dass die grössere oder geringere Edelheit in vielen Fällen an die Natur des die Gänge umschliessenden Gebirgsgesteins gebunden scheint. So waren die Gänge in der Gegend von Joachimsthal in Böhmen in den obern Teufen, die im Anfange des 16. Jahrhunderts abgebauet wurden, weit edler, als sie es jetzt in grossen Teufen sind. Die Gänge in Ungarn zeigen sich in der mittlern Teufe von 80 bis 150 Lachter unter Tage am Edelsten. Die Kupferkiesgänge in Cornwall scheinen dagegen mit zunehmender Teufe edler zu werden. Die Gänge in Cumberland, in Derbyshire, die von Kongsberg in Norwegen u. a. sind weit edler da, wo sie gewisse Schichten des umschliessenden Gebirgsgesteins durchsetzen. Es folgt aus diesen Thatsachen, dass die Veränderungen der Edelheit der Gänge keiner allgemeinen Regel unterworfen ist, dass aber in einer gegebenen Gegend alle Gänge von gleicher Beschaffenheit, die einander fast parallel, unter gleichen Umständen, auch gleichen Veränderungen der Edelheit unterworfen sind. Auf diese Weise kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit aus dem, was sich bei gewissen Gängen, die vor Zeiten in einem Lande abgebauet worden sind, ereignet hat, voraussehen das, was sich bei neuen Lagerstätten derselben Formation, die aufgefunden werden könnten, ereignen würde.

Nutzen der Maassregel, den Abbau erst in Folge hinreichender Versucharbeiten zu beginnen. — Wenn die ersten Schürfarbeiten auf dem Ausgehenden Veranlassung zu der Annahme geben, dass die Lagerstätte mit Vortheil in Abbau genommen werden kann, so ist es sehr zweckmässig, die Regel festzuhalten, dass man vor Unternehmung kostbarerer Baue, ihre Lagerungsverhältnisse genau kennen lerne. Demnach ist es nicht hinreichend zu wissen, dass es ein Lager oder ein Gang ist, sondern man muss auch ihre Mächtigkeit, die Beschaffenheit des Hangenden und Liegenden kennen lernen, sich überzeugen, dass man nicht für das um-

schliessende Gebirgsgestein von der Gangmasse umgebene Massen dieses Gesteins angenommen hat. Endlich muss man auch die Biegungen der Lagerstätte kennen lernen. Die besten Versuchbaue oder die beste Art der Ausrichtung einer Lagerstätte besteht darin, eine oder zwei söhlig im Liegenden derselben getriebene Stollen mit abfallenden Strecken oder flachen Schächten, die das Fallen des Liegenden verfolgen und mit einigen Querschlägen, die vom Liegenden zum Hangenden, gehen zu verbinden, sobald die Mächtigkeit der Lagerstätte die Breite der Strecken übersteigt. Erst nach Unternehmung hinreichender Untersuchungsarbeiten, zur Erlangung eines genauen Begriffs von der Form der Lagerstätte auf einer hinlänglich grossen Strecke, kann man das System der Baue bestimmen, mittelst denen man dieselbe in mehr oder weniger bedeutenden Teufen ausrichten und abbauen kann; erst dann ist man im Stande, zu entscheiden, ob man die Baue mit denen verbinden soll, welche in der Nähe auf ähnlichen Lagerstätten umgehen, oder ob man sie für sich in Angriff nehmen soll, um die geeignete Abbaumethode bestimmen zu können.

Denen, die Bergbau leiten sollen, kann man nicht genug anempfehlen, sich nicht mit Vorrichtung der Abbaue mitten in einer Lagerstätte zu übereilen, deren Gestalt ihnen noch unbekannt ist, besonders aber nicht sogleich Stollen und Strecken in verschiedenen Teufen anzulegen. Besonders nachtheilig würde ein solches Verfahren auf sehr mächtigen Lagerstätten seyn, deren nachfolgende Gewinnung durch schlecht betriebene Untersuchungs- und Ausrichtungsarbeiten sehr schwierig und kostbar werden kann.

Im Allgemeinen sind Schürfe auf dem Ausgehenden, die in verschiedener Teufe geführt worden, wobei man dem Ansehen der Edelheit und den Schwierigkeiten, womit diese Arbeiten verbunden sind, folgt, hinreichend, wenn sie mit Umsicht geführt worden, um sich über den weitern Betrieb der Baue, sowie über die Lage der Oeffnungen, durch welche man die Lagerstätte in einer grössern oder geringern Teufe in Verbindung mit der Oberfläche bringt, entscheiden zu können. Selten wendet man Bohrarbeiten zur Untersuchung der Teufe an, wenn das Ausgehende entblöss't ist; nur unter ausnahmweisen Umständen, die weiter unten angegeben werden, ist dies vortheilhaft.

In welchen Fällen Bohrarbeiten zweckmässig sind. — Wenn eine Lagerstätte kein Ausgehendes hat und es durch daraus hervortretende salzige Wasser, oder durch Ausströmen gewisser Gase, wahrscheinlich ist, dass sie Lager in einem geschichteten Gebirge bildet, so besteht die am Wenigsten kostbare Untersuchungsmethode gewöhnlich in Bohrungen, welche die Beschaffenheit der Lager, aus denen die Formation besteht, nach einer seigern Linie kennen lehrt. Die Bohrarbeit ist besonders zur Untersuchung auf flüssige oder im Wasser auflösliche Substanzen, wie süsses Wasser oder Salzsoole und auf Steinsalz, anwendbar, indem erstere durch das Bohrloch selbst auf die Oberfläche gelangen und weil das zweite durch Auflösung gewonnen werden kann, ohne dass man genöthigt wäre, die Lagerstätte durch andere Mittel mit der Oberfläche in Verbindung zu setzen, als durch die Bohrlöcher selbst. Wir werden der Beschreibung des Bergbohrers und dem Verfahren mit demselben einen besondern Artikel widmen, da die Bohrarbeit sowohl für den Bergbau, als für die Technik im Allgemeinen von höchster Wichtigkeit ist und fast überall von Bergleuten ausgeführt wird.

Untersuchung durch Querschläge. — Der gewöhnliche Parallelismus ähnlicher Lagerstätten in einer gegebenen Gegend und das häufige Vorhandenseyn von Nebentrümmern, sind die Gründe, weshalb man bei den Versucharbeiten Querschläge,

die senkrecht auf dem Streichen des auszurichtenden Ganges stehen, treiben muss. Man muss zuvörderst, bei übrigens gleichen Umständen, diese Querrichtung der mit der Lagerstätte parallelen bei den Bauen schon vorhandener Gruben, wie, z. B., Wasserlösungsstellen sind, vorziehen, damit man durch diese Baue zu der Entdeckung paralleler Lagerstätten geführt wird, wenn dergleichen vorhanden sind. Im Allgemeinen wird es zweckmässig seyn, von einer Entfernung zur andern die Sahlbänder der Gänge zu untersuchen; man gelangt dadurch zur Kenntniss von dem Hauptgange ablaufender Trümmer, die man durch Strecken verfolgen kann, welche man als Versuchbaue von den Puncten des erstern ab treibt, wo er an Edelheit zu verlieren beginnt.

Untersuchung unterbrochener Lagerstätten. — Der Bergmann hat oft die Fortsetzung einer zufällig durch ein Gewirr oder eine Zertrümmerung, eine Verdrückung, einen Rücken oder durch einen durchsetzenden Gang unterbrochenen Lagerstätte wieder aufzusuchen oder wieder auszurichten. Für die Gewirre und die Verdrückungen ist es unmöglich, bestimmte Regeln aufzustellen. Störungen dieser Art haben im Allgemeinen eine sehr beschränkte Ausdehnung; man muss sich daran halten, die Spuren der Lagerstätte zu verfolgen, die selten gänzlich verwischt sind. Verschwinden sie gänzlich, so muss man untersuchen, ob die Verdrückung der Lagerstätte durch eine blosse Näherung des Hangenden und des Liegenden stattfindet. In diesem Falle muss man die Gränze der Verdrückung mit einer Strecke verfolgen, und es kann der Fall seyn, dass man einen Punct ausrichtet, wo die bauwürdige Lagerstätte fortsetzt, wenn auch nicht mit ihrer ganzen, wenigstens mit einer bemerkbaren Mächtigkeit, und dass, wenn man auf diese Weise die Gränze der Störung verfolgt, man sie untersucht. Wenn die Störung eine bedeutende Ausdehnung hat, wenn die Lagerstätte überall unterbrochen worden ist und dennoch das Hangende von dem Liegenden deutlich unterschieden bleibt, so fährt man die Strecke in der Ebene der Trennung des Hangenden und des Liegenden und so auf, dass sie entweder in beiden, oder nur in einem steht und sich an die andere, nach einer, senkrecht auf der Linie der Störung stehenden Richtung, anlegt. Der schwirigste Fall ist der, wenn man Hangendes und Liegendes nicht mehr unterscheiden kann und folglich jede Spur von der Lagerstätte und selbst von der Stellung, die sie einnahm, verschwunden ist. Unter diesen Umständen muss man so genau, als möglich, untersuchen, ob das, was man anfänglich für eine Verdrückung nahm, nicht vielmehr eine mit einem Rutschen des Gebirgs verbundene Spalte sey. Ist dies der Fall, so muss man sich verhalten, wie wir es weiter unten erläutern wollen. Das Vorhandenseyn von einer Spalte, mit einem Rutschen oder Sinken des Gebirgsgesteins, ist im Allgemeinen leicht zu erkennen, wenn die Lagerstätte ein Lager oder ein Gang ist, die von geschichteten Formationen umschlossen sind, welche aus verschiedenartigen Schichten bestehen, und deren Kennzeichen sehr scharf sind. Die Beschaffenheit der Schichten, die man jenseits der Störung trifft, ist alsdann hinreichend, zu zeigen, ob ein Rutschen stattgefunden habe oder nicht, und in dem ersteren Falle, wenn die Aufeinanderfolge der Schichten, aus denen die Formation besteht, im Voraus bekannt ist, wird man angeben können, in welcher Richtung die Verwerfung, die sich auf die beiden Theile der getrennten Schichten bezieht, stattgefunden habe. Ist aber die Lagerstätte ein Gang, der in einem ungeschichteten Gebirge aufsetzt, oder welcher Schichten durchschneidet, die sich nicht durch sehr deutliche Kennzeichen voneinander unterscheiden, so wird man kein weiteres indirectes Mittel haben, um das Daseyn der Spalte zu erkennen. Dennoch muss man aber die Gränzen der Störung verfolgen und

die geringsten Umstände derselben untersuchen, um die Spuren der auszurichtenden Lagerstätte aufzufinden und das Daseyn einer Spalte zu bestätigen. Uebrigens wäre es möglich, dass die getroffene Störung die wirkliche Gränze der Lagerstätte wäre, besonders wenn dieselbe zur Classe der Stöcke gehört, die oft auf allen Seiten von wenig ausgedehnten Gränzen umschlossen sind.

Verwerfung der Gänge und Lager. — Eine sehr häufige Störung besteht in der Unterbrechung der abgebaueten Lagerstätten durch einen Rücken oder durch einen durchsetzenden Gang, oder durch eine von einer Verwerfung begleitete einfache Spalte. Die Verwerfung ist nichts anders, als das Resultat der Ortsveränderung des Bodens, der relativen Versetzung zweier, durch die Spalte, den Rücken oder den durchsetzenden Gang, getrennten Massen, die eine im Verhältnisse zu der andern. Nun veranlasst diese Versetzung im Allgemeinen eine Verwerfung, die dem Anscheine nach sowohl söhlig, als seiger ist. Man muss einsehen, dass, wenn eine mit den Substanzen des durchkreuzenden Ganges oder des Rückens ausgefüllte Spalte gebildet worden ist, die durchsetzte Lagerstätte schon existiren musste. In Folge der stattgefundenen Verwerfung, ist die Verlängerung dieser Lagerstätte nach einem andern Orte versetzt worden; allein da sie die Form einer unendlichen Ebene hat, wenigstens dann, wenn es ein Lager oder ein Gang ist, so folgt daraus, dass sie wieder gefunden werden kann, wenn man über den Rücken in irgend einer Richtung hinaus geht, vorausgesetzt, dass sie der Ebene der versetzten Lagerstätte nicht parallel ist. Es ist nur erforderlich, die Richtung der relativen Veränderung zu kennen, um danach die Richtung, die man zu nehmen hat, zu bestimmen, um die Lagerstätte wieder auszurichten, und von der man sich um so mehr entfernen würde, wenn man in umgekehrter Richtung vorwärts ginge.

Untersuchung eines Lagers jenseits eines Rückens. Richtung der Verwerfung. — Die Richtung, nach welcher man die Baue zur Wiederausrichtung eines verworfenen Lagers treiben muss, kann sehr bestimmt angegeben werden, wenn die abzubauende Lagerstätte von einem geschichteten Gebirge umschlossen ist, welches aus voneinander unterschiedenen Schichten besteht, und wenn man die Reihenfolge der Uebereinanderlagerung gut kennt.

Man habe, z. B., ein geschichtetes Gebirge mit geneigten Schichten, von denen Fig. 1, Taf. 2 einen senkrechten Durchschnitt nach einer Ebene giebt, die senkrecht auf dem Streichen steht, und von denen man ein Lager a abbauet. Wir wollen annehmen, dass man die Beschaffenheit der aufeinander folgenden Schichten im Liegenden und Hangenden des abgebaueten Lagers kenne, und die durch ihre Beschaffenheit, Structur oder auch nur durch ihre Mächtigkeit verschieden seyn können. Wenn man bei'm Betriebe der söhligen Strecke AB (Fig. 2, Taf. 2) auf dem Lager a einen Rücken FG trifft, so wird man denselben mit der Strecke AB durchörtern, wobei man sein Streichen und Fallen beobachten kann. Nehmen wir an, dass das Streichen des Rückens gleich FG, und dass sein Fallen das durch den Pfeil zv angedeutete sey, während der Pfeil xy das Verflächen oder Fallen der Lager angiebt. Die Buchstaben N, O, S, W, geben die Richtungen der vier Weltgegenden bei der Fig. 1 und 2 an. Wenn man nach Durchörterung des Rückens bei B' dessen Liegendes erreicht hat, so erkennt man deutlich, dass das Lager, welches sich bei B' hinter diesem Rücken findet, z. B., dasselbe ist, wie das Lager b'', eines von denen, welche sich in der Gegend des Liegenden von dem Lager a finden, so folgert man daraus, dass die relative

Verschiebung des im Liegenden des Rückens liegenden Gesteins nach Westen zu stattgefunden habe, jedoch unter der Voraussetzung, dass das Fallen der Schichtungsebene sich zu beiden Seiten des Rückens gar nicht oder nur wenig geändert habe. (Wirklich bleiben das Streichen und das Fallen im Allgemeinen fast dieselben). Es folgt daraus, dass das verworfene Lager durch irgend eine jenseits des Rückens, östlich von der angenommenen Verlängerung des Lagers getriebene Strecke wieder ausgerichtet werden muss, während eine in westlicher Richtung von dieser weitern Fortsetzung aufgefahrene Strecke sich immer mehr davon entfernen würde. Man könnte, selbst bei bekannter Mächtigkeit der Lager, die Lage von dem Liegenden des verworfenen Lagers auf einer horizontalen Ebene, jenseits des Rückens, bestimmen. Es sey mn (Fig. 2) diese annähernd bestimmte Lage.

Von allen Strecken, mit denen man das Lager wieder ausrichten kann, ist die kürzeste eine abfallende, die von dem Puncte B' ab getrieben wird, und deren Axe senkrecht auf der Ebene des verworfenen Lagers steht, jedoch immer unter der Voraussetzung, dass diese Strecke hinter dem Liegenden des Rückens bleibt. Sehen wir nun, wie man sich davon überzeugt, ob diese letztere Bedingung erfüllt sey. Die Axe einer senkrecht auf der Ebene des Lagers stehenden Strecke kann in einer horizontalen Projection nach der Linie $B'S$ entworfen werden, die durch den Punct B', senkrecht auf der angenommenen horizontalen Lage mn des Liegenden von dem verworfenen Lager, gezogen worden ist. Man wird die Gewissheit erlangen können, ob das Streichen der Schichten dasselbe wie vor dem Rücken geblieben ist, oder ob es sich verändert hat, und folglich wird man das genaue Streichen erlangen, auf welchem die Linie $B'S$ senkrecht stehen muss. Auch wird man ebenso den Fallwinkel der Lager jenseits des Rückens haben messen können. Dies nun angenommen, ist es klar, dass die Axe der verzeichneten Strecke eine von den Seiten ist, welche an dem rechten Winkel eines rechtwinklichten Dreiecks anliegt, dessen Hypotenuse $B'S$ und dessen an S anliegender Winkel gleich dem Fallen der Ebene der verworfenen Schicht ist. Der Punct S aber liegt auf der horizontalen angenommenen Lage mn des Liegenden von dem Lager. Zieht man daher eine unendliche Gerade SI, die mit $B'S$ einen dem Fallen des verworfenen Lagers gleichen Winkel macht und fällt $B'R$ senkrecht auf SI, so wird das Dreieck $B'SR$ dasjenige seyn, von dem wir reden, und welches auf die horizontale Ebene zurückgeführt worden ist. Zieht man darauf RC senkrecht auf $B'S$, so wird der Punct C die Horizontalprojection des Durchschneidungspunctes der Axe von der Strecke und des Liegenden des Lagers, jenseits des Rückens, seyn. Um zu sehen, ob dieser Punct im Liegenden des Rückens liegt, reicht es hin, die Horizontalprojection von der Ebene des Rückens und von der des verworfenen Lagers zu bestimmen. Zu dem Ende muss man aber die Fallwinkel des Rückens und des Lagers gemessen haben. Wir nehmen an, dass α, β (Fig. 3 und 4, Taf. 2) die betreffenden Winkel seyen. Da der Punct m schon zu der gesuchten Horizontalprojection gehört, so reicht es hin, einen zweiten zu bestimmen. Da man nun einsieht, dass die beiden Ebenen des Rückens und des Lagers von einer und derselben horizontalen Ebene, die in irgend einer willkührlichen Entfernung $HK = H'K'$ (Fig. 3 und 4) über der Projectionsebene liegt, durchschnitten werden, so werden die Lagen der durchschneidenden und der beiden Ebenen des Rückens und des Lagers nach den Linien, welche respective den Lagen mK und mn parallel und deren Entfernungen von den Lagen gleich den Linien KP, $K'P'$ (Fig. 3 und 4) sind, verzeichnet werden. Die

beiden letztern Linien bestimmt man aber, indem man die beiden gleichen Senkrechten *HK* und *H'K'* auf eine von den Seiten eines jeden der Winkel α und β fällt und die Parallelen *KP* und *K'P'* auf derselben Seite zieht. Trägt man nun diese Längen *KP, K'P'* auf die respectiven Senkrechten von den Lagen *mK, mn* (Fig. 2) und zieht die Parallelen *OX, OY,* so wird der Durchschnittspunct *O* derselben ein zweiter Punct der gesuchten Projection seyn. Diese Projection wird daher eine unendliche Gerade *DD'* seyn, welche die Puncte *m* und *O* durchschneidet. Alle Puncte des verworfenen Lagers, die hinter dem Rücken liegen, lassen sich horizontal in dem Raume verzeichnen, der von den beiden Winkeln *Dmn* und *D'mn* umschlossen ist, während die Puncte des Lagers, vor der Verwerfung, sich auf der andern Seite der Linie *Di D'i,* die durch den Punct *B,* parallel mit *DD'* gezogen worden ist, verzeichnen lassen. Der zwischen *DD'* und *Di Di'* begriffene Streifen wird in dem Falle, wenn sich das Streichen des Lagers nicht verändert hat, der leere Raum seyn, den die Veränderung der Lage der Gebirgsschichten auf der horizontalen Projection der Lagerstätte lässt. Wenn daher der auf die angegebene Weise bestimmte Punct *C,* ausserhalb des zwischen den beiden Parallelen liegenden Raums fällt, so könnte die kürzeste Strecke betrieben werden. Fällt dagegen der Punct *C* zwischen diese Parallelen, wie es in Fig. 2 der Fall ist, so würde die Strecke zum Rücken zurückgehen und würde die Lagerstätte nicht treffen. In diesem letztern Falle ist der kürzeste Weg zur Wiederausrichtung des Lagers, wenn man von dem Puncte *B'* ausgeht, eine abfallende Strecke, die man auf dem Rücken, auf dessen Liegenden und senkrecht auf dem gemeinschaftlichen Durchschnitte von der Ebene dieses Liegenden und der Ebene der Lagerstätte treibt, deren Horizontalprojection *DD'* ist. Um die Länge dieser Strecke zu finden, wollen wir annehmen, dass die Ebene des Rückens auf der horizontalen Projectionsebene entworfen worden sey, indem man sie um ihre angenommene Lage *B'm* gedrehet hat. Es würde leicht seyn, die Lage wieder aufzufinden, welche bei dem Entwurfe der in *DD'* projectirte gemeinschaftliche Durchschnitt einnimmt. Zieht man wirklich *Ok* senkrecht auf *B'm* und trägt auf die Verlängerung von *Ok* eine Länge *kk,* die gleich *HP* ist und verbindet die Puncte *m* und *n,* so wird die Linie *mh* die Verzeichnung des gemeinschaftlichen Durchschnittes seyn. Die auf *mh* senkrecht stehende Linie *B'R'* wird die gesuchte Länge seyn und der Winkel *R'B'm* wird derjenige seyn, den die Richtung der Axe von der Strecke mit der horizontalen Richtung des Rückens macht. Dies wird zur Bestimmung ihrer Lage hinreichen und dem Bergmanne die erforderlichen Andeutungen zum Betriebe geben, weil sie auch ausserdem auf dem Liegenden des Rückens getrieben werden muss.

Verhältnisse der Länge verschiedener Strecken, mittelst denen man die verworfene Lagerstätte wiederausrichten kann. — Im Allgemeinen ist es für den weitern Betrieb der Baue bequemer, das unterbrochene Lager durch eine söhlige, als durch eine abfallende Strecke wiederauszurichten. Eine söhlige Verbindungsstrecke ist stets dann möglich, wenn die verworfenen Lager nicht selbst söhlig sind. Sie kann entweder auf dem Rücken selbst oder hinter demselben und querschlägig durch die Lager getrieben werden. Fährt man sie querschlägig auf, so wird die beste Richtung offenbar die auf dem Streichen der Lager senkrecht stehende seyn. Sie ist auf Fig. 2 durch die Linie *B'S* bezeichnet, deren Länge auch die der zu treibenden Strecke seyn wird. Da die kürzeste Entfernung vom Puncte *B'* zu dem Lager die auf dessen Ebene senkrecht stehende ist, deren Länge gleich *B'R* ist, so

sieht man, dass das Verhältniss von $B'S$ zu dieser kürzesten Entfernung das von der Einheit zum Sinus des Fallwinkels von dem Lager, den wir mit β bezeichnet haben, ist. Wenn demnach d die kürzeste Entfernung bezeichnet, so haben wir:

$$B'S = \frac{d}{\sin \beta}.$$

Die Entfernung $B'S$ nimmt daher in dem Maasse zu, als der Winkel β kleiner wird und wird unendlich, wenn $\beta = o$, d. h., wenn das Lager söhlig ist.

Fährt man auf den Rücken selbst söhlig auf, so müsste man die Linie $B'm$ verfolgen, deren Länge stets grösser, als $B'S$ in dem Verhältnisse der Einheit zum Sinus des Winkels $B'mS$ ist, welche die angenommenen söhligen Lagen des Rückens und des verworfenen Lagers in sich fassen. Nennt man diesen Winkel γ, so hat man $B'm = \frac{B'S}{\sin. \gamma} = \frac{d}{\sin. \beta \sin \gamma}$. $B'm$ vergrössert sich daher in den Maasse, je kleiner der Winkel γ, der zwischen dem Streichen des Rückens und des Lagers liegt, ist. Jedoch ist die kürzeste Verbindungs- oder Ausrichtungsstrecke nicht immer die, deren Betrieb am Zweckmässigsten ist. Die relative Härte und die Festigkeit der Materien, welche den Rücken ausfüllen und der Gesteine, welche den Boden bilden, der Nutzen, welcher aus einer vorzugsweisen Untersuchung des Rückens, oder der Schichten des Gebirgsgesteins in der Nähe der Lagerstätten folgt, die Furcht, den Bauen die Tagewasser zuzuführen, welche häufig in die Rücken eingedrungen vorkommen, die Leichtigkeit der Verbindung der Förderbahnen, dies sind die hauptsächlichsten Betrachtungen, nach denen man in jedem Falle die, dem Ausrichtungsorte zu gebende, vortheilhafteste Richtung bestimmen kann.

Wiederausrichtung verworfener Gänge. Schmidt'sche Regel. — Wir haben zuerst von der Wiederausrichtung eines von einem Rücken unterbrochenen Lagers geredet, weil man alsdann die Beschaffenheit des sich jenseits des Rückens wiederfindenden Gebirgs, die Richtung der relativen Verwerfung der beiden getrennten Massen, und folglich auch die Richtung angeben kann, in welcher man die Wiederausrichtungsarbeiten treiben muss, ja selbst auch die Länge derselben. Dennoch kann es, selbst bei Rücken, welche ein geschichtetes Gebirge durchsetzen, der Fall seyn, dass das Aussehen der Schichten nichts Positives lehrt, entweder wegen der Aehnlichkeit der im Hangenden und Liegenden der Lagerstätte vorhandenen Schichten, oder weil das Gebirge eine beträchtliche Verwerfung erlitten hat, oder auch weil man die Reihefolge der Lager bis zu dieser Entfernung nicht kennt. Endlich fehlen aber diese Anzeigen gänzlich, wenn es sich um durchsetzende Gänge handelt, welche die von nichtgeschichteten Gesteinen. oder von solchen Schichten umschlossenen Lagerstätten durchsetzen, die man nicht voneinander unterscheiden kann. In diesem Falle zeigt die Beobachtung, dass die Verwerfung des Gesteins hauptsächlich in einem Rutschen des Hangenden auf dem Liegenden des durchsetzenden Ganges nach dem Fallen des letztern besteht. Dies ist die zuvörderst von dem verewigten Bergrath Schmidt zu Siegen*) ausgesprochene Regel, die durch eine grosse Menge von durch ihn selbst und vom Bergrath Dr. Zimmermann zu Clausthal**), sowie von andern Geologen und Bergleuten, beobachteten Thatsachen bestätigt worden ist.

*) Schmidt, Theorie der Verschiebungen älterer Gänge. Frankfurt a. M. 1810.

**) Zimmermann, die Wiederausrichtung verworfener Gänge, Lager u. Flötze. Eine Abhandlung zur Geognosie und Bergbaukunde, vorzüglich nach am Harze angestellten Beobachtungen. Darmstadt 1828.

Man sieht ein, dass bei der stattgefundenen Verwerfung die im Hangenden des durchsetzenden Ganges befindliche Masse im Allgemeinen im Verhältnisse zu der im Liegenden vorhandenen sich senken musste. Die den durchsetzenden Gang bildende Spalte konnte sich im Anfange bilden, weil ein Theil des in seiner Basis nicht gehörig unterstützten Gebirges sich von der übrigen Masse losgetrennt hat. In diesem Falle musste die Trennung nach einer abfallenden Ebene stattfinden und die abgelös'te Masse, die, welche später das Hangende des durchsetzenden Ganges gebildet hat, musste in Folge ihres Gewichts auf der unbeweglich gebliebenen Masse rutschen. Es ereignet sich dies täglich bei dem Einsturze loser, an ihrem Fusse nicht unterstützter Erdmassen. Das Rutschen des Hangenden auf dem Liegenden ist bei den Rücken, welche geschichtete, besonders die neuesten Formationen durchsetzen, im Allgemeinen sehr deutlich. Die ursprünglichen Spalten, welche Veranlassung zu den Rücken gegeben haben, können auch durch die Einwirkung innerer Kräfte, welche die äussere Rinde zerbrochen haben, gebildet worden seyn. Die entstandenen Spalten waren alsdann die Canäle, durch welche die gasförmigen, oder die geschmolzenen und flüssigen Substanzen, an die Oberfläche gelangt sind. In Folge dieser Ausbrüche sind im Innern leere Räume geblieben und die gehobenen und voneinander abgelös'ten Massen mussten sich von Neuem senken, indem sie den Gesetzen der Schwere folgten. In dieser zweiten Periode, wo sie ihre endliche Stellung erlangten, die sie noch einnehmen, war es wiederum das Hangende, welches auf dem Liegenden rutschen musste. Wäre es anders, so würden sich die in schiefer Lage hängen gebliebenen Massen des Hangenden, in Folge einer Senkung des Liegenden, abgelös't und Veranlassung zu neuen Spalten gegeben haben. Jedoch konnten die abgelös'ten Bruchstücke sich aneinander stützen, und einige von ihnen konnten sich erheben, während die andern sanken; ebenso wie bei einem nach Innen zu einstürzenden Gewölbe, die dem Schlusse nahe liegenden Gewölbsteine von dem Drucke der nächsten Steine zurückgeschoben und in die Höhe gehoben werden. Man wird daher einsehen, dass das Rutschen des Hangenden auf dem Liegenden kein absolutes Gesetz seyn kann, sowie es von Einigen behauptet worden ist. Uebrigens sind viele Gangspalten so unregelmässig in ihrem Streichen und Fallen, dass es unmöglich ist, anzunehmen, es habe eine Zusammendrückung der verschobenen Gesteinstheile durch ein einfaches Rutschen der einen auf den andern stattgefunden. Wie konnte man, z. B., ein regelmässiges Rutschen des Hangenden auf dem Liegenden bei den treppeförmigen Gängen in Derbyshire begreifen, von denen Werner schon redet, und welche wir auch bereits im vorhergehenden Kapitel erwähnt haben u. s. w.

Wir nehmen folglich die Schmidt'sche Regel nicht als absolut allgemein und nothwendig an, sondern als übereinstimmend mit den meisten bei Rücken und regelmässigen Gängen beobachteten Thatsachen, und wir rathen ihre Befolgung in allen Fällen an, wo genaue locale Beobachtungen über die den Wiederausrichtungsbauen zu gebenten Richtungen fehlen. Uebrigens verfährt man bei der Anwendung der Regel folgendermaassen.

Anwendung der Schmidt'schen Regel. — Wenn ein Gang oder ein Lager von einem Rücken oder einem durchsetzenden Gange unterbrochen worden ist, so wird man das Streichen und das Verflächen der letztern beobachten. Kennt man nun ausserdem das Verflächen und das Streichen der unterbrochenen Lagerstätte, so kann man die Horizontalprojection oder den Grundriss des gemeinschaftlichen Durchschnittes

dieser Lagerstätte und des durchsetzenden Ganges entwerfen. Es wird dieser Riss nach den in dem vorliegenden Artikel dargelegten Principien angefertigt.

Es seyen *FC* und *C'' C C'*, Fig. 5 Taf. 2, die Grundrisse von der abgebaueten Lagerstätte und von dem durchsetzenden Gange, die den leicht zu messenden Winkel *FCC'* umschliessen, den wir mit γ bezeichnen wollen. Nehmen wir ferner an, dass sich die Lagerstätte und der durchsetzende Gang nach der durch die Pfeile *xy* und *zv* angegebenen Richtung verflächen, und dass die Fallwinkel respective den Winkeln *bAM*, *b'A'M'*, Fig. 6 und 7 gleich seyen, die wir α und β nennen. Man nimmt eine beliebige Länge $Aa = A'a'$, construirt die rechtwinklichten Dreiecke *Aab*, *A'a'b'* und trägt die Entfernungen *ab*, *a'b'* auf die respectiven Senkrechten von den Falllinien *FC* und *C'' C C'*. Ferner zieht man parallel mit diesen Linien die Linien *OX*, *OY* und es wird die unendliche Gerade *COE* die Horizontalprojection des gemeinschaftlichen Durchschnittes von dem Grundrisse der Lagerstätte und dem des durchsetzenden Ganges seyn, oder genauer genommen von dem Grundrisse der erstern und dem des Hangenden von dem letztern, weil die Figur, nach Andeutung der Pfeile, annimmt, dass man das Hangende getroffen habe.

Dieses angenommen, und wenn man zugiebt, dass bei der Verschiebung des Gebirgs die im Hangenden des durchsetzenden Ganges liegende Masse, auf dem Liegenden desselben, nach der stärksten Falllinie gerutscht ist, so folgt daraus, dass, wenn man den durchsetzenden Gang mittelst eines Querschlages durchörtert, der senkrecht auf dem Streichen steht, derselbe in das Hangende der verworfenen Lagerstätte gelangen wird. Der gemeinschaftliche Durchschnitt von der Ebene des Liegenden, von dem durchsetzten Gange und von dem Grundrisse der Lagerstätte, nach der Verwerfung, würde eine mit dem Durchschnitte parallele Linie seyn, von der *CE* die Horizontalprojection ist, jedoch in dem Grundrisse des durchsetzenden Ganges über dieser liegt. Fällt man daher eine Senkrechte *CM* auf *CC'* nach der von der Pfeilspitze *zv* entgegengesetzten Seite, so wird dieselbe die Horizontalprojection oder Sohle von der grössten Falllinie des durchsetzenden Ganges, in seiner aufwärtsgehenden Richtung von *CC'* ab, seyn, und sie wird irgend einen Theil von dem Durchschnitte der verworfenen Lagerstätte und des Liegenden von dem durchsetzenden Gange abschneiden, und zwar in einer um so grössern Entfernung, als die Ausdehnung des Rutschens bedeutender gewesen seyn wird. In allen Fällen wird sich die Horizontalprojection dieses Durchschnittes der beiden Linien eines Theils auf *CM* befinden, und wenn sie, z. B., nach *D* fällt, so wird die Horizontalprojection des gemeinschaftlichen Durchschnittes der verworfenen Lagerstätte und des Liegenden von dem durchsetzenden Gange die durch den Punct *D*, parallel mit *CE*, gezogene unendliche Linie *DD'* seyn. Diese Projection wird die Falllinie *CC'* des durchsetzenden Ganges an einem gewissen Puncte *L*, der auf dem Theile *CC'* der Linie *C'' C'* liegt, treffen, und der Punct *L* wird nothwendig dem Grundrisse der verworfenen Lagerstätte auf der horizontalen Projectionsebene oder der der Sohle angehören. Diese Linie, welche übrigens parallel mit *CF* seyn muss, wird übrigens die gerade Unendliche *KLI*, die durch den Punct *L*, parallel mit *CF*, gezogen ist, seyn.

Diese graphische Construction zeigt uns, dass die Fortsetzung der verschobenen Lagerstätte durch irgend eine Strecke wiederausgerichtet seyn wird, die von dem Puncte *C* aus getrieben worden ist, und die gänzlich auf der Seite des Hangenden von der Lagerstätte, vor der Verwerfung und im Liegenden des durchsetzenden Ganges lie-

gen wird, während die dieser doppelten Bedingung nicht entsprechenden Strecken sich immer mehr und mehr davon entfernen werden.

Die kürzeste Verbindungsstrecke würde die seyn, welche, von dem Puncte C auf dem Liegenden des durchgesetzenden Ganges ausgehend, in seigerer Richtung auf die Ebene der Lagerstätte getrieben wird, vorausgesetzt, dass diese Strecke hinter dem Liegenden des durchkreuzenden Ganges bleibt. Die Horizontalprojection ihrer Axe wird die, auf IK senkrecht stehende, gerade Linie CN seyn. Der Durchschnitt der durchsetzten Lagerstätte und der senkrechten Ebene wird nach der Linie NP, die mit der Horizontalprojection NC einen dem Fallen der Lagerstätte α gleichen Winkel CNP macht, verzeichnet werden, und die auf der geraden Linie NP Senkrechte CP wird die Länge der kürzesten Strecke seyn. Führt man alsdann PQ senkrecht auf CN, so wird der Punct C die Projection des Punctes seyn, in welchem die Strecke und die Ebene der verworfenen Lagerstätte zusammentreffen. Da dieser Punct in der Figur diesseits der Horizontalprojection des gemeinschaftlichen Durchschnittes DLD' fällt, so folgt daraus, dass in diesem Falle die Strecke nicht betrieben werden kann, weil sie sich im Hangenden und diesseits des durchsetzenden Ganges befindet. Der unendliche Streifen zwischen den beiden geraden Linien CE' und LD, von der Linie CL ausgehend, ist die wegen der Verwerfung entstandene Lücke in der Horizontalprojection des Theils von der Lagerstätte, die über der Horizontalebene der Projection liegt.

Die kürzeste Strecke ist alsdann eine einfallende, auf dem Liegenden des durchsetzenden Ganges getriebene und senkrecht auf dem Durchschnitt der unterbrochenen Lagerstätte und der Ebene dieses Liegenden stehende. Um ihre Länge und ihre Lage zu bestimmen, muss man den Grundriss des durchsetzenden Ganges auf die Sohle oder Horizontalebene zurückführen, indem man ihn um seine Horizontallage dreht und in dem Grundrisse den, nach DLD' entworfenen, gemeinschaftlichen Durchschnitt verzeichnet. Der Punct D dieses Durchschnittes fällt in den söhligen Grundriss in der Verlängerung von CD, in einen Punct S, so dass man hat $CS : CD = A'b' : a'b'$ (Fig. 7). Ist der Punct S auf diese Weise bestimmt, so wird die Linie LS der auf die Sohle zurückgeführte Durchschnitt seyn. Die auf LS senkrecht stehende gerade Linie CR wird die Länge der auf dem durchsetzenden Gange und senkrecht auf dem gemeinschaftlichen Durchschnitt betriebenen Strecke oder des Orts seyn und der Winkel RCL derjenige, welchen die Streichungslinie der Axe dieses Orts mit der Sohle des Verwerfens macht, welches zur Angabe seiner Richtung hinreichend seyn wird. Die Horizontalprojection des Punctes R müsste übrigens auf LD liegen und wird folglich in R' fallen; RR' seht aber senkrecht auf CC'.

Gewöhnlich wird es weit vortheilhafter seyn, die Lagerstätte durch ein söhlig geführtes Ort wieder zu erlangen. Das kürzeste dieser Art muss senkrecht auf der Sohle der unterbrochenen Lagerstätte stehen. Die auf LK senkrecht stehende Linie CN wird die Axe der Strecke seyn. Der Winkel NCL wird der zwischen dieser Axe und der Sohle des Verwerfens liegende seyn.

Zuweilen sucht man die Lagerstätte durch eine auf dem Verwerfer betriebene Strecke wiederauszurichten. Der Betrieb müsste dann auf dem Liegenden stattfinden und seine Länge würde $= CL$ seyn.

Der hier speciell erläuterte sehr einfache Riss ist hinreichend, um die Richtung der zu treibenden Versuch- oder Wiederausrichtungsorte zu bestimmen, indem man die

Schmidtsche Regel befolgt und die Verhältnisse annimmt, welche zwischen den Längen der verschiedenen, zur Wiedererlangung der verschobenen Lagerstätte betriebenen Orte existirt, entweder, indem man der Ebene des Verwerfers folgt, oder querschlägig durch die hinter demselben liegenden Gebirgsgesteine auffährt. Wirklich kann man nur die Verhältnisse der Linien CP, CR, CN und CL berücksichtigen, weil ihre absoluten Grössen von der Ausdehnung des Rutschens abhängt, welche aber in den meisten Fällen unbekannt bleibt. Die Frage reducirt sich auf die Bestimmung der Bestandtheile eines gleichseitigen Dreiecks, von welchem man einen ebenen und die beiden anliegenden Winkel kennt. Es ist dies eine der einfachsten Aufgaben der beschreibenden Geometrie, welche aber auch durch die ebene oder sphärische Trigonometrie gelös't werden kann.

Es kann von Nutzen seyn, die Verhältnisse der Strecken CP, CR, CN und CL in ihren Beziehungen zu den trigonometrischen Linien der Winkel α, β und γ kennen zu lernen. Man sieht zuvörderst, dass, wenn man mit D die Länge CP des kürzesten Orts bezeichnet, man in dem rechtwinklichten Dreiecke CPN, dessen Winkel bei $N = \alpha$ ist, hat:

$$CN = \frac{CP}{\sin\alpha} = \frac{D}{\sin\alpha}.$$

Dann in dem rechtwinklichtem Dreiecke CNL, dessen Winkel bei $L = \gamma$ ist:

$$CL = \frac{CN}{\sin.\gamma} = \frac{D}{\sin.\alpha\,\sin.\gamma}.$$

Was nun die Bestimmung der Entfernung CR betrifft, die senkrecht auf dem gemeinschaftlichen Durchschnitt durch die Ebene des Verwerfers steht, so ist zuvörderst erforderlich, dass man den Winkel CLS berechnet, den der gemeinschaftliche Durchschnitt mit der Sohle des Verwerfers macht. Durch die Lehrsätze der ebenen oder sphärischen Trigonometrie erlangt man folgende Werthe *):

*) Wenn man die respectiven Winkel, welche die Projection CE des gemeinschaftlichen Durchschnittes mit den Sohlen CC' und CF des Verwerfers und der verschobenen Lagerstätte macht, mit x und y bezeichnet, so sieht man zuvörderst, dass die Summe der Winkel

$$x + y = \gamma. \quad (1)$$

Ferner verhalten sich die Sinus der Winkel x und y zueinander, wie die Längen $a'b'$ und ab, oder umgekehrt wie die Tangenten der Winkel β und α:

$$\sin x : \sin y = \operatorname{tang}\alpha : \operatorname{tang}\beta. \quad (2)$$

Aus der ersten Gleichung folgert man:

$$\sin x \cos y + \cos x \sin y = \sin\gamma. \quad (a)$$

Man hat übrigens durch das Verhältniss (2):

$$\sin y = \sin x \frac{\operatorname{tang}\beta}{\operatorname{tang}\alpha}; \quad \cos y = \frac{\sqrt{\operatorname{tang}^2\alpha - \operatorname{tang}^2\beta \sin^2 x}}{\operatorname{tang}\alpha}.$$

Durch die Substitution dieser Werthe der $\sin y$ und $\cos y$ wird die Gleichung (a):

$$\frac{\sin x}{\operatorname{tang}\alpha}\sqrt{\operatorname{tang}^2\alpha - \operatorname{tang}^2\beta \sin^2 x} + \sin x \cos x \frac{\operatorname{tang}\beta}{\operatorname{tang}\alpha} = \sin\gamma.$$

Diese letztere Gleichung wird nach Wegschaffung des Wurzelzeichens:

$$\sin^2 x\,(\operatorname{tang}^2\alpha - \sin^2 x \operatorname{tang}^2\beta) = \sin^2\gamma \operatorname{tang}^2\alpha + \sin^2 x \cos^2 \operatorname{tang}^2\beta - 2 \sin x \cos x \operatorname{tang}\alpha \operatorname{tang}\beta \sin\gamma;$$

und indem man durch $\sin^2 x$ dividirt.

$$\operatorname{tang}^2\alpha - \sin^2 x \operatorname{tang}^2\beta = \frac{\sin^2\gamma \operatorname{tang}^2\alpha}{\sin^2 x} + \cos^2 x \operatorname{tang}^2\beta - \frac{2\cos x}{\sin x}\operatorname{tang}\alpha \operatorname{tang}\beta \sin\gamma.$$

Ersetzt man nun $\cos^2 x$ durch $1 - \sin^2 x$ und bemerkt man, dass $\frac{\cos x}{\sin x} = \cot x$, u. $\frac{1}{\sin^2 x} = 1 + \cot^2 x$, so kommt:

$$CR = \frac{D}{\cos\alpha\sqrt{(tang\,\alpha\,\cos\gamma\,\cos\beta + \sin\beta)^2 + tang^2\,\alpha\,\sin^2\gamma}},$$

$$\cos RCL = \frac{CR}{CL} = \frac{tang\,\alpha\,\sin\gamma}{\sqrt{(tang\,\alpha\cos\gamma\cos\beta + \sin\beta)^2 + tang^2\,\alpha\,\sin^2\gamma}}.$$

Wir halten uns nicht dabei auf, die Resultate der graphischen Ausführung unter den verschiedenen, sich darbietenden Umständen, zu erörtern. Es ist sehr leicht für die etwas mit der Geometrie Vertrauten, alle diese sich darbietenden Fälle aufzulösen. Steht die Ebene des Verwerfers senkrecht, so giebt die Schmidtsche Regel die Richtung der Verwerfung nicht an, und man muss alsdann zu andern Indicien seine Zuflucht nehmen. Wenn der gemeinschaftliche Durchschnitt der Ebenen von der Lagerstätte und von dem Verwerfer nach der Falllinie des Verwerfers gerichtet ist, so giebt die Schmidtsche Regel an, dass die Verwerfung in söhliger Richtung null sey. Der Grundriss *CE* des gemeinschaftlichen Durchschnittes steht alsdann senkrecht auf der Sohllinie des Verwerfers, und indem man sich auf das in der vorhergehenden Anmerkung Mitgetheilte bezieht, sieht man, dass, da in diesem Falle der Winkel x ein rechter, $cot\ x = 0$. Folglich hat man das Verhältniss:

$Cot\,\gamma + \frac{tang\,\beta}{tang\,\alpha\sin\gamma} = 0$, oder $tang\,\beta + tang\,\alpha\cos\gamma = 0$. Die Entfernung D ist alsdann 0, sey die Ausdehnung des Rutschens *CS* auch, welche sie wolle.

Von den von einem und demselben Verwerfer veranlassten mehrfachen Verschiebungen. — Wenn eine von einem Verwerfer verschobene Lagerstätte einmal wieder ausgerichtet ist, so hat man weiter keine Mühe, um dieselbe Lagerstätte wieder zu finden, wenn sie von demselben Verwerfer in verschiedenen Teu-

$$tang^2\,\alpha = tang^2\,\alpha\,\sin^2\gamma + tang^2\,\alpha\,\sin^2\gamma\,cot^2\,x + tang^2\,\beta - 2\,cot\,x\,tang\,\alpha\,tang\,\beta\,\sin\gamma,$$

Gleichung, die sich reducirt auf:

$$tang^2\,\alpha\,\cos^2\gamma = (tang\,\alpha\,\sin\gamma\,cot\,x - tang\,\beta)^2,$$

und indem man die Quadratwurzel aus den beiden Gliedern zieht:

$$tang\,\alpha\,\sin\gamma\,cot\,x - tang\,\beta = tang\,\alpha\,\cos\gamma,$$

daher

$$cot\,x = \frac{tang\,\beta + tang\,\alpha\,\cos\gamma}{tang\,\alpha\,\sin\gamma} = cot\,\gamma + \frac{tang\,\beta}{tang\,\alpha\,\sin\gamma}.$$

Ebenso würde man haben:

$$cot\,y = cot\,\gamma + \frac{tang\,\alpha}{tang\,\beta\,\sin\gamma};$$

allein der Winkel $ECL = CLD$ ist die Horizontalprojection des Winkels, den der gemeinschaftliche nach *CE* entworfene Durchschnitt in dem Raume mit der Sohle *CC'* des Verwerfers bildet, Winkel, welcher $= CLS$ ist. Nun verhalten sich aber die Tangenten der Winkel *CLD* und *CLS* zu einander, wie $CD : CS = \cos\beta : 1$.

Daher

$$tang\,CLS = \frac{tang\,x}{\cos\beta} = \frac{1}{cot\,x\,\cos\beta},$$

ersetzt man $cot\,x$ durch seinen Werth:

$$tang\,CLS = \frac{tang\,\alpha\,\sin\gamma}{\sin\beta + tang\,\alpha\,\cos\gamma\,\cos\beta};$$

woraus man folgert

$$\sin CLS = \cos RCL = \frac{tang\,\alpha\,\sin\gamma}{\sqrt{(\sin\beta + tang\,\alpha\,\cos\beta\,\cos\gamma)^2 + tang^2\alpha\,\sin^2\gamma}},$$

$$CR = CL\sin CLS = \frac{D}{\sin\alpha\,\sin\gamma}\,\sin CLS = \frac{D}{\cos\alpha\sqrt{(\sin\beta + tang\,\alpha\,\cos\beta\,\cos\gamma)^2 + tang^2\alpha\,\sin^2\gamma}}.$$

fen verschoben worden ist, indem die Richtung, in der dies geschehen, offenbar dieselbe bleiben wird. Dies setzt aber stets voraus, dass die relative Verschiebung zweier durch einen Verwerfer getrennten Massen in einer einfachen verändernden Bewegung bestanden habe. Es wird dies nothwendig ebenso seyn, wenn das Verflächen und das Streichen der durchsetzten und verworfenen Lagerstätte zu beiden Seiten des Verwerfers einander gleich sind, und es ist dies fast immer der Fall.

Wenn andere Lagerstätten, als die schon wieder ausgerichtete, von demselben Verwerfer durchsetzt und verschoben werden, so lässt sich die Frage von der Richtung und selbst von der Ausdehnung der Verwerfung dieser neuen Lagerstätten auch vorher durch das Resultat der ersten Untersuchungen lösen, sobald man voraussetzt, dass die relative Verschiebung der getrennten Massen in einem Rutschen der einen auf der andern, nach der grössten Falllinie, und entweder nach der Schmidt'schen Regel oder in umgekehrter Richtung, stattgefunden habe. Es wird leicht seyn, davon einen ähnlichen Riss, wie der in Fig. 5 dargestellte, anzufertigen. Auf demselben wird die Sohle FC der ersten Lagerstätte durch die Sohle der neuen verworfenen Lagerstätte ersetzt, und man wird auf diesem Risse, nach den ersten Untersuchungen, die Richtung und die Länge der auf der Sohle des Verwerfers senkrecht stehenden Linie CS erkennen. Sie wird die Entfernung der Sohlen von zwei Theilen der Lagerstätte vor und nach der Verwerfung und in der Ebene des Verwerfers messen. Man könnte selbst mittelst einer sehr einfachen trigonometrischen Berechnung die Anfertigung des Risses gänzlich unterlassen.

Wirklich können in Fig. 5 alle Entfernungen CP, CN, CL und CR, die wir durch CP oder D ausgedrückt haben, auch durch die Längen CS bezeichnet werden, welche die Grösse ausdrückt, um welche das Hangende des Verwerfers auf seinem Liegenden gerutscht ist, oder allgemeiner das Sinken von einer der Wände im Verhältnisse zu der andern, gemessen nach der Falllinie des Verwerfers.

Demnach hat man:

$$CS = \frac{CR}{\cos RCS} = \frac{CR}{\sin RCL}.$$

Aber

$$\sin RCL = \sqrt{1 - \cos^2 RCL} = \frac{\tang \alpha \cos \gamma \cos \beta + \sin \beta}{\sqrt{(\tang \alpha \cos \gamma \cos \beta + \sin \beta)^2 + \tang^2 \alpha \sin^2 \gamma}}.$$

Von diesem Werthe des $\sin RCL$ und von dem Werthe von CR, die durch die Entfernung D ausgedrückt worden sind, folgert man:

$$CS = \frac{D}{\sin \alpha \cos \beta \cos \gamma + \sin \beta \cos \alpha},$$

$$D = CS (\sin \alpha \cos \beta \cos \gamma + \sin \beta \cos \alpha).$$

Trägt man diesen Werth von D in die Ausdrücke der Entfernungen CN, CL und CR über, so erhält man:

$$CN = CS\left(\cos \beta \cos \gamma + \frac{\sin \beta}{\tang \alpha}\right), \quad (1)$$

$$CL = CS\left(\frac{\text{sos}\, \beta}{\tang \gamma} + \frac{\sin \beta}{\tang \alpha \sin \gamma}\right), \quad (2)$$

$$CR = \frac{CS (\tang \alpha \cos \gamma \cos \beta + \sin \beta)}{\sqrt{(\tang \alpha \cos \gamma \cos \beta + \sin \beta)^2 + \tang^2 \alpha \sin^2 \gamma}}. \quad (3)$$

Wenn der schon wiedererlangte Verwerfer eine neue Lagerstätte durchsetzt, und wenn übrigens sein Streichen und sein Verflächen dieselben geblieben sind, so wird der Winkel β den Werth, welchen man schon bei'm ersten Durchsetzen beobachtet hat, behalten; die Winkel α und γ werden abweichen. Da übrigens CS in der angenommenen Hypothese von einem einfachen Rutschen denselben Werth beibehalten haben, so werden die Formeln (1) (2) (3) die Werthe der Entfernungen CN, CL und CR, die sich auf das Verwerfen der zweiten Lagerstätte beziehen, beibehalten, indem man die Winkel α und γ durch die dieser Lagerstätte und ihrer Durchsetzung durch denselben Verwerfer speciell zukommenden Werthe substituirt. Diese, sowie die sich auf die erste Durchsetzung beziehenden Werthe, werden den Factor CS enthalten; und da dieser dem einen, sowie dem andern gemeinschaftlich ist, so werden die Längenverhältnisse ähnlicher Linien unabhängig von diesem Factor seyn. Nehmen wir, z. B., an, dass man bei der ersten Verwerfung die Fortsetzung der durchkreuzten Lagerstätte getroffen habe, indem man söhlig auf dem Verwerfer vorwärts ging. Man kennt alsdann, ebenso wie die Winkel α, β, γ, die sich auf diese Durchkreuzung beziehen, die Entfernung CL, und man wird zwischen CL und CS das durch die Gleichung (2), in welcher, mit Ausnahme von CS, Alles bekannt ist, ausgedrückte Verhältniss haben. Nehmen wir an, dass wir bei der Durchsetzung einer andern Lagerstätte durch denselben Verwerfer finden, der Winkel β habe sich nicht verändert und seyen α', γ' die respectiven Fallwinkel der neuen Lagerstätte und des Winkels, welchen die Sohlen des Verwerfers und der neuen Lagerstätte miteinander machen. Der Winkel γ' muss von demselben Streichen des Verwerfers ausgehend gezählt werden, sowie auch in derselben Richtung, in welcher der Winkel γ gezählt worden ist. Er kann daher von 0 bis 360° variiren. Er wird grösser, als 180°, seyn, wenn die neue Lagerstätte das Liegende des Verwerfers trifft, während die erstere sein Hangendes getroffen hat. Der Winkel α wird stets für kleiner, als ein rechter, angesehen werden, allein man müsste ihn als positiv oder negativ bezeichnen, je nachdem das Fallen der neuen Lagerstätte dieselbe Richtung hat, wie die der ersten, oder eine entgegengesetzte, indem man diese Richtung des Fallens im Verhältnisse zur Orientirung der Sohle des Verwerfers annimmt. Sind die Werthe der Winkel α' und γ' auf diese Weise bestimmt und in die Formel (2) übertragen, so erhält man für die Entfernung $C'L'$, die man in söhliger Richtung in den Verwerfer zur Wiederausrichtung der neuen Lagerstätte auffahren muss:

$$C'L' = CS\left(\frac{\cos\beta}{\operatorname{tang}\gamma'} + \frac{\sin\beta}{\operatorname{tang}\alpha'\sin\gamma'}\right).$$

Dividirt man diesen Werth von $C'L'$ durch den Werth von CL, so wird der Factor CS verschwinden, und es wird:

$$\frac{C'\ L'}{C\ \ L} = \frac{\dfrac{\cos\beta}{\operatorname{tang}\gamma} + \dfrac{\sin\beta}{\operatorname{tang}\alpha'\operatorname{sing}\gamma'}}{\dfrac{\cos\beta}{\operatorname{tang}\gamma} + \dfrac{\sin\beta}{\operatorname{tang}\alpha\sin\gamma}}.$$

Es wird dies das Verhältniss der Entfernungen $C'L$ und CL seyn, von denen die erste durch das Resultat der ältern Untersuchungen bekannt geworden ist. Wir müssen bemerken, dass der Werth von $C'L'$ negativ seyn könnte, weil der Winkel γ' zwischen 0° und 360° variiren, und dass der Winkel α' positiv und negativ seyn

kann. Ein positiver Werth von CL deutet an, dass die Lagerstätte aufgesucht werden muss, indem man auf dem Verwerfer und in derselben Richtung, als das erste Mal, auffährt. Ist der Werth negativ, so muss der Ortsbetrieb in entgegengesetzter Richtung geführt werden.

Suchen wir das Gesagte durch Beispiele zu erläutern:

Nehmen wir an, dass man denselben Verwerfer, wie das erste Mal, treffe, indem man in derselben Lagerstätte auffahre, deren Lagerungsverhältnisse sich nicht verändert haben, dass man aber das Liegende des Verwerfers, statt des Daches, wie das erste Mal, treffe. In diesem Falle wird man haben:

$$\alpha' = \alpha$$
$$\gamma' = 180^0 + \gamma.$$

Demnach:

$$tang\ \gamma' = -\ tang\ \gamma,\ sin\ \gamma' = -\ sin\ \gamma,\ tang\ \alpha' = tang\ \alpha.$$

Man wird daher finden:

$$\frac{C'L'}{CL} = -1.$$

D. h., dass zur Wiederausrichtung der verworfenen Lagerstätte man auf dem Verwerfer söhlig auffahren müsste, und zwar in umgekehrter Richtung von der, welche man das erste Mal befolgt hat, und zwar eine gleiche Länge, als bei dem Betriebe dieses ersten Ortes. Man ersieht wirklich aus der Figur, dass, wenn man, indem man die Richtung KL befolgt, zu dem Verwerfer gelangt wäre, man zur Wiederausrichtung der Lagerstätte denselben Weg LC verfolgen müsse, den man das erste Mal von C nach L verfolgt hat.

Nehmen wir jetzt an, dass man den Verwerfer $C''CC'$ in seinem Hangenden, indem man eine Lagerstätte verfolgt, deren Streichen parallel mit dem des Ganges FC, deren Fallen aber das umgekehrte, jedoch numerisch gleich mit dem dieses Ganges ist, so wird man haben:

$$\alpha' = -\ \alpha$$
$$\gamma' = \gamma,$$

Daher:

$$tang\ \alpha' = -\ tang\ \alpha,$$

$$\frac{C'L'}{CL} = \frac{\dfrac{cos\ \beta}{tang\ \gamma} - \dfrac{sin\ \beta}{tang\ \alpha\ sin\ \gamma}}{\dfrac{cos\ \beta}{tang\ \gamma} + \dfrac{sin\ \beta}{tang\ \alpha\ sin\ \gamma}}.$$

Der Werth von $C'L'$ würde positiv oder negativ seyn, je nachdem man erhalten wird:

$$\frac{cos\ \beta}{tang\ \gamma} > \text{oder} < \frac{sin\ \beta}{tang\ \alpha\ sin\ \gamma}.$$

Im erstern Falle muss man den Ortsbetrieb auf dem Verwerfer führen und in derselben Richtung, wie das erste Mal, allein das Ort wird kürzer seyn. Im zweiten Falle muss man auf dem Verwerfer in umgekehrter Richtung, von C nach C'', auffahren *).

*) Im allgemeinsten Falle, und wenn man jede Hypothese über diese Art der Veränderung bei einem Rücken oder einem Gange unberücksichtigt lässt, kann die relative Verschiebung zweier von einem Gange getrennten Massen einer Formation stets angesehen werden als bestehend aus einer verschiebenden und aus einer rotirenden Bewegung

Gänge, die durch einen durchsetzenden abgeschnitten sind. Doppelte Verwerfungen. — Häufig findet man in dem Verwerfer Spuren des abgebaueten Ganges; am Besten ist es alsdann, diese Spuren zu verfolgen, welche gewöhnlich zu dem verworfenen Gange führen. Man hat jedoch auch Beispiele von Gängen, welche nicht wieder ausgerichtet werden konnten, und die wirklich von einem Verwerfer abgeschnitten zu seyn scheinen. Man nimmt in diesem Falle an, dass der durchsetzende Gang schon vor dem im Abbaue befindlichen existirte, und dass die Spalte von diesem in ihrer Erstreckung durch die ältere des Durchsetzers abgeschnitten wurde.

Endlich hat man auch Beispiele von doppelten Verwerfungen angeführt, d. h., solche, bei denen keiner von den beiden Gängen den andern auf eine so bestimmte Weise durchsetzt, so dass er ohne Unterbrechung fortsetzen kann; beide sind nach der Durchsetzung verworfen. Sehr häufig sieht man ähnliche Beispiele in den Trümmern, welche sich mitten in der Masse eines Stockwerks unregelmässig durchsetzen. Jedoch haben diese Trümmer wahrscheinlich einen andern Ursprung, als die grossen Gänge, welche oft mehre verschiedenartige Formationen durchsetzen. Giebt es auch in diesen doppelte Verwerfungen, so müssen sie entweder daher rühren, dass beide Spalten gleichzeitig sind, oder dass derjenige von den beiden Gängen, der zuerst von dem andern durchsetzt und verworfen worden ist, sich nach der Ausfüllung von diesem wieder geöffnet hat, so dass die beiden Gebirgsmassen, welche er trennt, eine neue relative Verschiebung erlitten haben, welche die des zweiten Ganges veranlasst hat. In allen diesen Fällen begreift man nicht, dass bei diesen doppelten Verwerfungen die Spuren von dem Hauptgange, sowie von dem Verwerfer, gänzlich verschwunden sind. Oder er wird auch am Kreuzpuncte bedeutend mächtiger und giebt zu einer Art von

von einer der Massen, indem man die andere als festliegend annimmt. Ferner haben beide Bewegungen nur in Ebenen stattfinden können, die denen des Rückens oder Ganges parallel sind. Es folgt daraus, dass, wenn man die gemeinschaftlichen Durchschnitte der beiden Theile eines von einem Verwerfer durchsetzten Lagers oder Ganges mit der Ebene dieses Verwerfers bestimmt, der von diesen Durchschnitten eingeschlossene Winkel die Winkelgrösse messen wird, um welche sich die eine von diesen getrennten Massen im Verhältnisse zu der andern gedreht hat. Sind beide Theile der unterbrochenen Lagerstätte untereinander parallel, so wird gar keine Drehung stattfinden und die relative Verschiebung wird in einem einfachen Rutschen bestehen. Findet dagegen kein Parallelismus statt, so durchschneiden sie die Ebene des Verwerfers nach zwei Linien, die einen Winkel umschliessen, der dem, um welchen die eine der Massen gedreht, gleich ist, indem sie sich auf die andere in der Trennungsebene stützt, welche die des Verwerfers ist. Sind daher mehrere Lagerstätten durch denselben Verwerfer durchsetzt, so werden die Durchschnitte beider Theile einer und derselben durch den Verwerfer getrennten Lagerstätte mit der Ebene desselben einen constanten Winkel bilden.

Was nun die Richtung und die Ausdehnung der relativen Rutschung betrifft, so kann sie nur durch die Kenntniss der relativen Verwerfung eines Punctes von einer der getrennten Massen bestimmt werden. Wenn nun zwei untereinander nicht parallele Lagerstätten von einem und demselben Verwerfer durchsetzt worden sind und man hat dieselben jenseits des Verwerfers wiedergefunden, so hat man die nöthigen Elemente, um die Richtung und Ausdehnung der Bewegung zu bestimmen, denn der Punct, wo die Streichungslinien der beiden nicht parallelen Lagerstätten auf der Ebene des Verwerfers zusammentreffen, wird ein einziger Punct seyn, dessen Lage diesseits und jenseits des Rückens durch einen Riss bestimmt werden konnte. Die Linie, welche die beiden Lagen dieses Punctes verbindet, würde die Richtung und Ausdehnung der Verwerfung bestimmen.

Es wäre zu wünschen, dass die Unterbrechungen und Verwerfungen der im Abbau stehenden Lagerstätten mit der grössten Sorgfalt aufgenommen und auf Rissen eben so genau zugelegt würden, um auf diese Weise eine genaue geometrische Kenntniss von den Verwerfungen des Gebirgsgesteins zu erlangen. Diese Beobachtungen könnten für die Geologie gewisser Bezirke von grossem Interesse seyn, und es hält schwer, sie anders als in den Bergwerken anzustellen.

Sie würden ausserdem auch genaue Date über die Störungen geben, welche im weitern Verfolge des Grubenbetriebes getroffen werden, und man würde dadurch oft unnütze Kosten vermeiden.

Stock Veranlassung, von dem die beiden Gänge abzulaufen scheinen. Oder aber der Hauptgang und der Verwerfer scheinen einen und denselben gebogenen Gang zu bilden, während eine enge Spalte diese Art von Gang mit dem zweiten Theile des Hauptganges und des Verwerfers verbindet. Fig. 8, Taf. 2 stellt eine doppelte Verwerfung mit einem Aufthun des Ganges am Kreuzpuncte dar. Fig. 9 ist eine doppelte Verwerfung mit einer Verdrückung des einen Ganges; man könnte sagen der beiden voneinander unterschiedenen und in ihrem Streichen gekrümmten Gänge, die sich einander durch die Convexität der Streichungslinie nähern, um sich darauf voneinander zu entfernen. Beide Gänge sind durch eine blosse Spalte verbunden, welche weiter nichts als die Spur des Ganges *NN* ist, der in söhliger Richtung um eine gleiche Grösse verworfen worden, als die Entfernung des Hangenden von dem Liegenden beträgt *). Bei'm Abbaue der Erzgänge trifft man sehr häufig ähnliche Störungen, wie die in Fig. 9 dargestellte; eine sehr deutliche kommt zu Sainte-Marie-aux Mines (Markirch), im Dep. des Niederrheins, zwischen dem Gang Surlatte und dem St. Philipps-Gange vor. Jedoch habe ich mich nicht überzeugen können, ob es wirklich zwei verschiedene und gekrümmte Gänge waren, die sich einander näherten, um sich darauf wieder voneinander zu entfernen, oder ob eine Verbindung zwischen den beiden Lagerstätten stattfinde.

Die bergmännischen Versucharbeiten haben häufig den Zweck, die weitere Erstreckung schon bekannter lager- und gangförmiger Lagerstätten an entfernten Puncten von denen, wo sie schon abgebauet worden, auszurichten. Will man Gänge nicht durch lange Versuchörter oder Feldstrecken ausrichten, indem deren Betrieb sehr kostbar ist, so beschränkt man sich darauf, das weitere Streichen des Ausgehenden durch flache Schürfe, die mehr oder weniger weit voneinander entfernt liegen, zu untersuchen. An den Puncten, wo man das Ausgehende entblösst hat, untersucht man den Gang durch Baue von derselben Art, wie die im Anfange dieses Kapitels erwähnten. Hat man sich überzeugt, dass der Gang in einem Gebirge aufsetzt, welches von dem, wo er erkannt ist, entfernt liegt, so muss man ihn durch einen, am Abhange desselben angesetzten söhligen Stollen, auszurichten suchen.

Untersuchung der Lager, deren Ausgehendes bedeckt ist. Richtschächte und Bohrlöcher. — Handelt es sich um ein, oder um mehrere einander parallele Lager oder Flötze, die nicht zu Tage ausgehen, weil die Formation, zu welcher sie gehören, von einer neuern bedeckt ist: so kann man, nachdem man das Streichen und Verflächen der Lager an den Puncten, wo sie entblösst sind, erkannt hat, durch das hangende Gebirge hindurch seigere oder Richtschächte oder Bohrlöcher treiben. Letztere sind hinreichend, um durch die Gesteine und den Bohrschmand, welche aus dem Bohrloche und zwar aus den verschiedenen Tiefen, zu denen dasselbe nach und nach gelangt ist, emporgeschafft worden sind, die Mächtigkeit des Gebirges im Hangenden, sowie dessen Reihefolge, sowie die Mächtigkeit und Beschaffenheit der Lager selbst, welche gewonnen werden sollen, kennen zu lernen. Der Erdbohrer kann nur zur Untersuchung der Lager und Flötze und nicht zu der der Gänge angewendet werden; denn auf den letztern sind die nutzbaren Substanzen unregelmässig mitten in den tauben Gangarten vertheilt, so dass der Bohrer sehr gut nur letztere emporbringen könnte, und wenn er auch den Gang an einem sehr edlen Puncte durchörterte. Ausser-

*) Die Fig. 8 und 9, Taf. 2, sind aus dem oben näher angeführten Werke von Zimmermann entnommen, der die zahlreichen, darin aufgeführten Beispiele hauptsächlich von den Erzgängen des Harzes entlehnt hat.

dem haben die Gänge gewöhnlich ein sehr steiles Fallen, so dass man mit dem Bohrer nicht einmal dessen Mächtigkeit kennen lernen kann. Aus demselben Grunde sind die Versucharbeiten mittelst des Bohrers bei weitem zweckmässiger bei flachen, als bei steil abfallenden Lagern. Uebrigens ist es klar, dass man die Bohrlöcher den Richtschächten nicht vorziehen darf, indem letztere weit genauere Untersuchungen der Lagerstätten gestatten und dann auch als eigentliche Hülfsbaue benutzt werden, und kann es daher nur in dem Falle geschehen, wenn der Betrieb der letztern weit beträchtlichere Kosten verursacht, als die einfache Bohrarbeit.

Zuweilen sucht man auch durch seigere Schächte oder durch Bohrlöcher Lager wieder auszurichten, welche durch sehr mächtige Rücken sehr bedeutend verworfen worden sind.

Wiederaufnahme alter, verlassener Gruben. — Zu den kostbarsten Untersuchungsarbeiten gehören gewöhnlich auch die, deren Zweck die Wiederaufnahme alter, seit langer Zeit verlassener Erzgruben ist. Ehe man zu einem Unternehmen solcher Art schreitet, muss man sich erst überzeugen, ob in Bibliotheken oder localen Archiven nicht schriftliche Nachrichten über diese Gruben vorhanden seyen. Man kann daselbst zwar nicht genaue Beschreibungen finden, welche fast immer fehlen, aber doch wenigstens Angaben über die Production der Gruben zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Teufen, über den Zeitpunct des Auflässigwerdens der Baue und über die Arbeiten, welche Veranlassung dazu gegeben haben. Uebersteigt das Auflässigwerden kein Menschenalter, so befrage man das Gedächtniss der Greise des Landes und der alten noch lebenden Arbeiter. Man controlire die aus Acten und Traditionen entnommenen Nachrichten durch die noch vorhandenen Baue, durch die Spuren, welche die Brüche und die Haufen der ausgeförderten und als unbrauchbar zurückgelassenen Substanzen auf den Halden der alten Schächte und Stollen hinterlassen haben.

Die Ursachen des Auflässigwerdens der Grubenbaue sind derjenige Punct, auf den man sein Hauptaugenmerk richten muss. Es kann durch Unedelwerden der Lagerstätte, durch den Mangel an Betriebscapital, durch zu viele Wasser, durch gewaltsame Vertreibung aus dem Besitze, oder durch ansteckende Krankheiten, wie die Pest, welche zu entfernten Zeiten die ganze Gegend verheert haben, geschehen seyn. Die Verminderung des Erzgehaltes der Lagerstätte ist leider die einfachste und die gewöhnlichste Ursache; allein es ist gerade diejenige, welche die alten Nachrichten und Acten, wenigstens die nach dem Ereignisse geschriebenen, fast nie angeben. Die Urheber dieser schriftlichen Nachrichten, Bewohner des Orts, wollen nicht zugestehen, dass die Gruben, welche ehemals eine Quelle des Reichthums für die Gegend waren, erschöpft seyen, und sie schreiben das Auflässigwerden andern Ursachen zu, die aber nur Nebenursachen seyn konnten. Man darf daher solchen Nachrichten nicht unbedingten Glauben schenken und ebensowenig den Aussagen alter Bergleute, die in den Gruben in letzter Zeit von deren Betriebe gearbeitet haben. Es ist, mit wenigen Ausnahmen, wahrscheinlich, dass die Bergwerke, welche der Gegenstand eines ausgedehnten und wichtigen Betriebes waren, nur deshalb gänzlich verlassen wurden, weil ihr Betrieb durch die damals bekannten Methoden nicht mehr mit Vortheil oder ohne Verlust weiter geführt werden konnte. Nun machen aber die Fortschritte der Bergwerkskunde, und besonders des Maschinenwesens, es jetzt möglich, Gruben wieder aufzunehmen, die wegen zu vielen Wassers, oder wegen damals zu schwieriger Aufbereitungsarbeiten oder Schmelzprocesse, verlassen worden sind.

Will man daher alte Bergwerke wiederaufnehmen, so muss man die auf den Halden, oder auf der Stelle der alten Wäschen liegenden Erze und Gangarten, genau untersuchen; man muss sich vorzüglich an die halten, welche am Mundloche des tiefsten Stollens liegen, weil durch diesen die in der letzten Zeit des Betriebes gewonnenen Erze ausgefördert worden sind. Man wird dort auch sehen können, ob die Scheidung sorgfältig ausgeführt worden ist; man wird Erzstückchen sammeln und sie einer chemischen Analyse unterwerfen; man wird die auf den Plätzen der alten Wäschen hinterlassenen After oder Abgänge genau mit der Loupe und im Laboratorium untersuchen und wird sich überzeugen, ob bei der damaligen Aufbereitung nicht bedeutende Erztheilchen verloren gegangen sind. Sind die auf den Halden und bei den Wäschen hinterlassenen Berge oder tauben Gesteine und Abgänge noch reich genug an Erzen, sind diese Erze von solcher Art, dass deren schwierige Behandlung auf dem trocknen Wege in dieser letztern Zeit wesentliche Vervollkommnungen erlangt hat, so ist einige Wahrscheinlichkeit für den Erfolg der Wiederaufnahme vorhanden. Jedoch darf man nicht ausser Acht lassen, dass der Werth der Metalle, und besonders der edlen, sich seit dem 16. Jahrhunderte, in Beziehung auf die Arbeitslöhne, welche das Hauptelement bei den Bergbaukosten sind, wesentlich verringert hat. Das zum Ausbaue der Grubenbaue und zum Hüttenbetriebe erforderliche Holz war ehedem auch weit häufiger und wohlfeiler, als jetzt. Diese Betrachtungen sind von der Art, dass sie die auf eine schlechte Scheidung und auf unvollkommene Hüttenprocesse gestützten Hoffnungen sehr vermindern.

Sind die auflässigen Gruben zu einer etwas bedeutenden Teufe unter der Sohle der Thäler in der Gegend gelangt, so konnte das Aufgeben des Betriebes von den zu vielen Tagewassern, welche in die Baue eindrangen, veranlasst werden, indem deren Gewältigung zu kostbar und, mit Hülfe der damals bekannten Maschinen, selbst ganz unmöglich wurde. In diesem Falle kann die Wiederaufnahme des Betriebes mit dem meisten Glücke versucht werden, weil die Verbesserungen der Maschinen das jetzt leicht macht, was vor einem Jahrhunderte als unmöglich angesehen wurde. Dennoch erfordern Unternehmungen dieser Art stets bedeutende Summen. Ist demnach die Lagerstätte edel, so werden die Alten soviel, als möglich, gegen das Ueberhandnehmen der Wasser gekämpft haben. Wurden diese so bedeutend, dass der Bergbau nicht tiefer geführt werden konnte, so kamen die Bergbautreibenden auf ihre Schritte zurück und baueten in den obern Teufen die früher stehen gelassenen, nicht beachteten ärmern Mittel ab. Auf diese Weise findet man, dass die Theile, wohin die Alten gelangt, fast vollständig abgebauet worden sind und man daher auch keinen Gewinn aus dem von ihnen aufgeschlossenen Grubenfelde rechnen darf. Man muss daher die Arbeiten, welche zur Erreichung des noch unangegriffenen Theils der Lagerstätte erforderlich sind, und die dazu nöthigen Kosten vorher zu projectiren und zu bestimmen suchen, und darf die letztern nicht zu gering annehmen, um nicht in die unangenehme Nothwendigkeit zu kommen, die angefangenen Arbeiten zur Wiederaufnahme des Betriebes vor deren Vollendung, aus Mangel an Geldmitteln, wieder aufgeben zu müssen. Endlich darf man nicht ausser Acht lassen, dass das Resultat aller dieser Arbeiten noch sehr unsicher ist, weil die Lagerstätte in der Teufe ebensogut unedler werden, als sie ihre Edelkeit beibehalten, oder noch vermehren kann. Es giebt in dieser Beziehung, wie wir schon vorher bemerkt haben, keine andere Regel, als die gewöhnliche Aehnlichkeit zwischen der Beschaffenheit aller parallelen Gänge eines und desselben Reviers.

Die zur Wiederausrichtung der Lagerstätte unter den alten Bauen zu unternehmenden Arbeiten werden, wenn diese alten Baue schon tief waren, hauptsächlich in dem Absinken eines Richtschachtes bestehen, auf welchem man eine hinlänglich wirksame Wasserhaltungsmaschine aufstellt. Da die Menge des zu gewältigenden Wassers im Allgemeinen ungewiss ist, so muss man nach den sehr unsichern Angaben die Stärke der Kraftmaschine oder des Motoren zu bestimmen suchen. Besteht sie in einem Wasserrade, so muss man demselben solche Dimensionen geben, dass es nöthigenfalls alle vorhandenen Aufschlagewasser benutzen kann. Wendet man eine Dampfmaschine an, so ist es zweckmässig, eine einfachwirkende nach Art der bei den Kupfer- und Zinnbergwerken in Cornwall zur Wasserhaltung vorhandenen zu wählen. Will man ihre Kraft erhöhen, so ist es nur der Ankaufspreis, welcher vermehrt werden muss; denn die Einrichtung ist, wie wir weiter unten in dem Werke sehen werden, von der Art, dass sie mit grösserer oder geringerer Wirkung betrieben werden können, je nach der in einer gewissen Zeit zu gewältigenden Wassermenge, indem man eine diesem Effecte fast proportionale Brennmaterialmenge verbraucht, und welche in allen Fällen, bei einer und derselben Leistung, geringer, als die, ist, welche die besten übrigen bekannten Maschinen verzehren.

In manchen Fällen kann man alte Wasserlosungsstollen benutzen, indem man die zu Bruche gegangenen Theile derselben wieder aufräumt.

Bei auflässig gewordenen Steinkohlengruben, oder bei sonstigen Bergwerken auf Lagern, kann man auch den Erdbohrer gebrauchen, um genaue Notizen über die Mächtigkeit der Lager, über die Tiefe, welche die alten Baue erreicht haben und über die Beschaffenheit der Gebirgsschichten im Hangenden der Lagerstätte, zu erlangen.

Von dem Bohren mit dem Erd- oder Bergbohrer.

Von den Abbohrvorrichtungen.

Der **Abbohrer, Erd-** oder **Bergbohrer** ist ein Werkzeug, um in den Erdboden, in jedweder Gebirgsformation, Löcher von geringem Durchmesser, sogenannte **Bohrlöcher**, die minder kostbar sind, als Schächte und Stollen oder Strecken, welche von Menschen durchfahren werden können, es seyn würden, zu bohren. Der Bergmann bedient sich dieses Gezähes zur Aufsuchung lagerartiger Lagerstätten, oder, allgemeiner ausgedrückt, zur Untersuchung der geschichteten Formation; ferner, um im Innern der Gruben kleine Verbindungen zur Wasser- und Wetterlosung herzustellen; ferner, um sein Vorwärtsgehen auf der abzubauenden Lagerstätte, und wenn er Wasser anzutreffen fürchtet, das alte Baue oder natürliche Höhlungen ausfüllt, zu erhellen.

Der Landwirth, der Architect, der Brücken- und Strassenbaumeister können den Erdbohrer benutzen, um die Beschaffenheit des Erdbodens bis zu mittlern Tiefen kennen zu lernen, um sich nützliche Bemerkungen bei Arbeiten, die sie auszuführen haben, zu verschaffen.

Besonders wird der Erdbohrer aber zur Aufsuchung unterirdischen Wassers, welches in gewissen losen oder zerklüfteten Gebirgsschichten vorhanden ist und sich wegen der Dichtigkeit der hangenden oder darüber liegenden Schichten darin erhält, angewendet. Hat nun der Erdbohrer diese hangenden Schichten durchbohrt, so steigt

das Wasser empor und oft über die Oberfläche des Bodens. Bohrlöcher, die den Zweck haben, die unterirdischen Gewässer auf oder in die Nähe der Oberfläche zu führen, nennt man Bohrbrunnen oder Artesische Brunnen, welche letztere Benennung von der französichen Provinz Artois, wo sie zuerst angewendet wurden, entlehnt worden ist. Die, welche den entgegengesetzten Zweck haben, d. h., Wasser von der Oberfläche ab und losen Schichten zuzuführen, heissen absorbirende Brunnen.

Endlich dient der Erdbohrer auch dazu, um Löcher zu bohren, in denen man Pumpen anbringt, die mit Wasser aufgelöstes Steinsalz aufwärts fördern.

Bestandtheile eines Erdbohrers. — Die wesentlichen Theile sind folgende: Das Oberstück, welches stets ausserhalb des Bohrlochs bleibt und zur Bewegung des Bohrers dient; die Unter- oder eigentlichen Bohrstücke, welche das Gestein auf dem Boden des Bohrlochs, oder an den Wänden angreifen, wenn man dasselbe erweitern will; endlich aus den Mittel- oder Schaftstücken oder Stangen, welche die Bohrstücke mit dem Oberstücke verbinden. Alle diese Stücke bestehen gewöhnlich aus Schmiedeeisen; die Bohrstücke sind verstählt und gehärtet. Seit einigen Jahren hat man die eisernen Stangen oder Mittelstücke mit sehr guten Erfolge durch hölzerne Stangen ersetzt.

Das Kopfstück dient dazu, den Bohrer an einem Seile oder einer Kette aufzuhängen, die mit einem Hebel verbunden oder auf einen Haspel gewickelt sind. Es muss so eingerichtet seyn, dass man den Bohrer ohne das Seil drehen kann. Daher die in Fig. 1, Taf. 3 dargestellte Form: *A*, sich drehender Ring oder Ring mit einem Wirbel, an welchem der Bohrer aufgehängt ist; *B*, Auge, durch welches man einen Hebel zum Drehen des Bohrers steckt. Es sind oft auch zwei Augen vorhanden, *B* und *C*, Fig. 1, so dass man zwei Hebel anbringen kann, die im rechten Winkel zu einander stehen. Das Oberstück des Bohrers ist gewöhnlich kurz und nicht länger, als 0,70 Meter (26 Z. Rh.) bis 1,00 Met. (3¼ F.). Es endigt unten in eine Gabel, ähnlich der an den Mittelstücken, und dient zur Verbindung der einzelnen Stangen.

Eiserne Mittel- oder Schaftstücke und deren Verbindung. — Die eisernen Stangen sind entweder cylindrisch, oder achteckig, oder quadratisch im Querschnitte. Die beste Form ist die letztere, weil sie die minder theuere ist und weil sie auf der ganzen Länge der Stangen die Anwendung des Stangenschlüssels gestattet. Die Stärke der Stangen richtet sich nach der Tiefe, in welcher man bohren will. Bei kleinen Bohrungen, von etwa 20 Met. (64 Fuss) und einem Durchmesser des Bohrlochs von 0,06 bis 0,07 Met. (2¼ bis 2¾ Z.), reichen quadratische Stangen von 0,025 Meter (1 Zoll) Seite hin. Von 20 bis 50 Met. (64—160 F.) Tiefe, und bei Werkzeugen von 0,08 bis 0,10 Met. (3 bis 4 Zoll), giebt man den Stangen einen Querschnitt von 9 Quadratcentimetern oder 3 Cent. (14 Linien) Seite.

Bei einer Tiefe von 100 bis 150 Met. (300 bis 460 F.) haben die quadratischen Stangen eine Stärke von 0,035 Met. (16 Linien).

Bei sehr tiefen Bohrungen endlich, und bei weiten Löchern von 0,14 bis 0,25 Met. (5 bis 9 Z.) Durchmesser, hat man 0,042 bis 0,045 Met. (19—21 Linien) starke Stäbe angewendet.

Die Länge der Mittelstücke beträgt gewöhnlich 5 bis 6 Met. (16 bis 19 Fuss); sie haben an ihren Enden eine Verstärkung und eine Vorrichtung, um sie mit einem andern Stücke zu verbinden, deren Form mit der Verbindungsmethode verschieden ist.

Ausser diesen Stangen von der normalen Länge, von 5 bis 6 Met., muss man auch, zur Bequemlichkeit bei dem Abbohren, kürzere haben.

In allen Fällen müssen die Stangen vollkommen gerade seyn. Die zu den Verbindungen erforderlichen Verstärkungen der Enden müssen einen weit geringern Durchmesser haben, als die Bohrstücke, damit sie nicht stecken bleiben, und damit sie die Wände des Bohrlochs nich verletzen. Die Verbindungen an den verschiedenen Stäben eines Bohrers müssen einander gleich seyn, damit jedes Stück zwischen zwei andern eingesetzt werden könne.

Die gewöhnlichste und bequemste Verbindungsmethode ist die mit gewöhnlichen Schrauben mit dreieckigen Gängen. Jedes Mittelstück endigt an der einen Seite, welches meistens die nach Oben zu gekehrte ist, in einer Schraube, die meistens nach rechts eingeschnitten, deren Querschnitt mindestens eben so stark, als die Stange selbst, ist, und die unten einen Absatz oder eine Verstärkung hat, wie Fig. 2, Taf. 3, zeigt. Das untere Ende endigt dagegen in einer Schraubenmutter, deren Tiefe der Höhe der Schraube genau gleich ist, so dass das obere Ende der nächst untern Stange in das untere der nächst obern bis an die Absätze beider eingeschraubt wird. Die Verbindungen werden genau ineinander gepasst und äusserlich mit der Feile oder auf der Drehbank gut polirt. Die Gänge der Schrauben und Muttern können auch flach oder quadratisch seyn und werden dann auf der Drehbank angefertigt, allein die der Mütter fallen häufig schlecht aus. Die gewöhnlichen dreieckigen Gänge sind weit leichter anzufertigen, die dazu erforderlichen Schneidwerkzeuge finden sich in fast jeder Schmiede, und sie erfüllen den Zweck fast ebensogut, als die Schrauben mit flachen Gängen. Sie werden daher weit häufiger angewendet.

Folgendes sind die von Hrn. Fautet für die Verbindung quadratischer Stäbe von 0,03 Met. (13 Linien) Stärke und für Bohrstücke von 0,08 Met. (3 Z.) Durchmesser angenommenen Dimensionen. Die Länge der Schraube beträgt 0,05 Met. (2 Z.) mit 8 Schraubengängen auf diese Länge; der Schraubendurchmesser ist = 0,034 Met. ($1\frac{1}{4}$ Z.); die Verstärkung oder der Absatz = 0,01 Met. ($\frac{1}{2}$ Z.); der äussere Durchmesser der Mutter 0,054 Met. (2 Z.). Eine solche Verbindung wiegt 5 bis $5\frac{1}{2}$ Kilogrammen ($10\frac{1}{2}$ bis $11\frac{1}{2}$ cölln. Pfund) und kostet fast 9 Franken (2 Rthlr. 12 Sgr.).

Hr. Degousée braucht bei 0,025 Met. (1 Z.) starken quadratischen Stangen Verbindungen mit dreieckigen Gängen von folgenden Dimensionen. Die Tiefe der cylindrischen Schraubenmutter beträgt 0,045 Met. (20 Linien). Der in dieselbe hineinpassende Cylinder ist auf der Hälfte seiner Länge, nach dem Absatze zu, mit 6 Gewinden versehen. Fig. 2, Taf. 3 zeigt diese Einrichtung.

Die durch die Wirkungen der Drehung veranlassten Brüche erfolgen stets am untern Ende der Schraube, dicht über dem Absatze. Man muss daher zu den Verbindungen ausgezeichnet gutes Eisen nehmen. Sie werden besonders geschmiedet und an die Enden der Stangen angeschweisst.

Das Oberstück endigt immer mit einer Mutter, und alle Bohrstücke sind mit einer Schraube versehen, so dass alle Muttern nach Unten zu gekehrt sind.

Die Schraubenverbindung hat das Nachtheilige, dass bei ihr nur eine Drehung des Bohrers nach einer Richtung zulässig ist. Die Schraubenmuttern werden auf folgende Weise an den Stangen angebracht. Man biegt Flacheisen, von einer die Länge der Mutter etwas übertreffenden Breite, über einen Dorn, setzt auf der einen Seite ein Stück Bohrstange, von 10 bis 12 Zoll Länge, ein und schweisst beides zusammen. Die

hierauf eingeschnittenen Gewinde fallen in die Längenrichtung des Flacheisens und werden hierdurch haltbarer. Gut ist es, zu den Muttern ein weicheres, zu den Schrauben und sonach zu den Bohrstangen ein härteres Eisen zu wählen. Man erreicht diesen Zweck, wenn man zu jenen geschmiedetes, zu diesen gewalztes Eisen nimmt.

Eine zweite Verbindungsmethode ist die mit Zunge und Gabel, die in Fig. 3, Taf. 3 dargestellt worden ist, und bei welcher der Bohrer in beiden Richtungen gedreht werden kann. Jedoch hat diese Verbindung andere Nachtheile. Bei Stangen, die 0,025 Meter (1 Zoll) im Quadrat stark sind, macht man die Gabel 0,034 Meter (15 Linien) breit und 0,11 Met. (4 Zoll) lang. Bei Stangen von 0,032 bis 0,034 Met. (14 bis 15 Linien) Stärke ist die Gabel 0,04 bis 0,045 Met. (18 bis 20 Linien) breit und 0,13 bis 0,14 Met. (5 bis $5\frac{1}{2}$ Zoll) lang. Endlich bei 0,035 bis 0,040 Met. (15 bis 18 Linien) starken Stangen, wobei man drei Schraubenbolzen anwendet, ist die Gabel 0,045 bis 0,050 Met. (20 bis 23 Linien) breit und 0,22 Met. (8 Zoll) lang. Die Hauptnachtheile dieser Art von Verbindung bestehen in der Vergrösserung der Bolzenlöcher, welche schwanken, in dem Ausweichen der Gabeln und in ihrer Erweiterung durch den Grus, der sich zwischen die berührenden Oberflächen setzt, das zufällige Losziehen der Schrauben, die zuweilen in dem Bohrloche niederfallen, endlich die lange Zeit, welche durch das Zusammen- und Auseinanderschrauben verloren geht.

Statt der Muttern, die man auf die am Ende mit Gängen versehenen Bolzen schraubt, kann man auch die eine Seite der Gabel mit eingeschnittenen Gewinden und die andere Seite der Gabel mit einem Gehenk für den Schraubenkopf versehen. Zum Fest- und Losschrauben der Bolzen bedient man sich alsdann einer Gabel mit zwei Spitzen, die mit einem Leierbohrer verbunden ist. Die Spitzen der Gabel treten in zwei Löcher in den Köpfen der Bolzen. Diese Einrichtung hat den Vortheil, die Zeit des Los- und Zusammenschraubens zu verkürzen, dass die Schraubenköpfe und Muttern nicht hervorstehen, und dass die letztern ganz wegfallen. Sie ist von Hrn. Mulot für die Vereinigung der Stücke des grossen Bohrapparats angewendet worden, mit dem der Bohrbrunnen bei dem Schlachthause von Grenelle in Paris abgebohrt worden ist.

Obgleich die Verbindung mittelst Schrauben (Fig. 2) nicht gestattet, den Bohrer nach entgegengesetzten Richtungen zu drehen, welches zuweilen von grossem Nutzen seyn kann, besonders wenn das Werkzeug in dem Loche feststeckt, so beweist die Erfahrung doch, dass diese Verbindungsmethode im Allgemeinen allen Bedürfnissen genügt. Man hat mehrere Mittel vorgeschlagen, um die Schraubenverbindung fest zu machen: man hat durch die Schraube und die Mutter einen Bolzen gesteckt; oder man hat auf die achteckige Mutter und die Verstärkung unter der Schraube einen inwendig achtseitigen Muff angebracht, oder auf die runden Verbindungstheile einen cylindrischen Muff und ihn durch einen Schlüssel befestigt, der zur Hälfte in jenen und zur Hälfte in diese eingelassen ist; endlich hat man auch auf die Verbindungsstücke einen Muff in umgekehrter Richtung von den Verbindungsschrauben aufgeschraubt.

Sey aber nun die Verbindungsmethode, welche sie wolle, so ist es zur Erleichterung des Herausziehens des Bohrers erforderlich, dass am obern Ende eines jeden Schaftstücks und wenig unter dem Absatze unter der Schraube ein zweiter Absatz oder ein Gestämme angebracht ist, das oft auch nur aus einem fest umgelegten und angeschweissten Ringe, dem sogen. Bunde, besteht. Die eine oder die andere dieser Vorrichtungen dient dazu, die betreffende Stange auf einen deshalb über dieselbe geschobenen, gehörig unterstützten Stangenschlüssel zum Aufsitzen und somit zum

Feststehen zu bringen, wenn die nächsten oberhalb befindlichen Stangen an- oder abgeschraubt werden sollen. Man sieht ein solches Gestämme bei *a* und *a'*, Fig. 2 u. 3.

Eine Erleichterung für die Bohrarbeit, besonders, wie später sich zeigen wird, wenn Störungen durch Brüche und dergleichen eintreten, ist es, wenn jede Bohrstange, sobald deren Länge 6 Fuss übersteigt, in der Mitte ihrer Länge noch mit einem zweiten Bunde versehen wird. Die durch Schraube, Stange und Mutter jedes einzelnen Mittelstücks gehende Axe muss eine möglichst gerade Linie bilden, wie dies auch bei mehreren zusammengeschraubten Bohrstangen und, soweit sie nur zu erreichen steht, bei'm ganzen noch so langen Bohrgestänge vom Ober- bis zum Bohrstücke unerlässliche Bedingung ist. Meistens richtet man je 2 und 2 Bohrstangen, einen sogenannten Stangenzug, im handwarmgemachten Zustande mittelst leichter Hammerschläge auf einer hierzu besonders hergestellten Richtbank unter einer durch mehreres oder minderes Zusammenschlagen (Zusammenschrauben) bewirkten Richtungsveränderung *).

Von den Bohrwerkzeugen oder eigentlichen Bohrstücken.

Die Bohrstücke haben verschiedenartige Formen, je nach dem Härtegrade und der Beschaffenheit der zu durchbohrenden Gebirgsschichten. Die einen dienen zum Angriffe der Gesteine, die andern zum Herausschaffen der Gesteinsbruchstücke, noch andere zum Herausziehen der abgebrochenen Bohrstücke.

Meisselbohrer. — Die Werkzeuge, welche zum Durchbohren von festem, wenig zerklüftetem und zerrissenem Gestein, wie Sandstein, Porphyr und dergleichen, dienen, sind Meisselbohrer, deren gewöhnliche Einrichtung die Figg. 4, 5, 6 und 7, Taf. 3 zeigen. Die Schneide derselben ist entweder gerade, wie in Fig. 4, oder rund, wie in Fig. 5, oder mit einer Spitze und doppelter Zuschärfung, wie in Fig. 6. Diese letztere Gestalt ist besonders für minder harte Gesteine zweckmässig. Der Winkel, den die doppelten Schneiden an Fig. 6 miteinander bilden, ist um so stumpfer, je härter die zu durchbohrenden Gesteine sind. In allen Fällen ist das Bohrstück bis auf die Hälfte seiner 0,30 Met. (1 Fuss) betragenden Höhe verstählt, und zwar muss der Stahl sehr fest durch gutes Schweissen mit dem Eisen verbunden werden. Er darf in keiner hohen Temperatur gehärtet werden, weil er dadurch zu spröde werden würde. Die Breite des Bohrstücks muss den Durchmesser der cylindrischen Werkzeuge, welche zur Herausschaffung des Bohrschmandes aus dem Bohrloche dient, um 4 bis 5 Millimet. ($1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien) übertreffen. Bei'm Bohren weiter Löcher und besonders in harten Gesteinen ist es zweckmässig, einen Meisselbohrer anzuwenden, der aus zwei Theilen besteht, von welchen der eine vor dem andern ist und in der Mitte der Breite liegt und ein Loch mit einem geringeren Durchmesser bohrt, welches darauf von dem breitern Theile des Bohrers erweitert wird. Fig. 7 stellt einen Bohrer dieser Art in der Ansicht von Vorn dar. Der Theil *c d* wird von dem Bohrarbeitern Zitze (*teton*) genannt. Ein solcher Bohrer besteht gewöhnlich aus einem Stück. Ist jedoch das Bohrloch weit, so kann die Zitze für sich angefertigt und mit dem Werkzeuge mittelst einer Gabel und Schraubenbolzen verbunden werden.

*) Wir haben hier und an manchen andern Orten dieses Artikels manche wesentliche Vervollständigung im Texte angebracht, hauptsächlich entlehnt aus dem vortrefflichen Artikel „Abbohrvorrichtung" vom Hrn. Maschinenmeister Fischer zu Freiberg in Prof. Hüllsse's allgem. Maschinenencyclopädie, Bd. 1. II.

Um die Bohrarbeit nicht zu unterbrechen, muss man wenigstens ein Bohrstück zum Auswechseln haben und bei starken Gesteinen ist es unerlässlich, deren mehrere zu haben, um die zu ersetzen, die schadhaft geworden und abgenutzt sind, und die man zur Reparatur und nöthigenfalls zum Wiederverstählen zur Schmiede sendet. Man muss auch ein Caliber haben, in welches man jeden Meisselbohrer steckt, ehe man ihn an das Gestänge befestigt, um sich zu überzeugen, dass er seine normale Breite hat. Wendet man diese Vorsichtsmaassregel nicht an, so würde die Abnutzung der Seitenränder dieser Werkzeuge, die in harten und quarzigen Gesteinen sehr bedeutend ist, bald eine Verminderung der Bohrlochweite veranlassen, die bedeutende Schwierigkeiten bei der Bohrarbeit herbeiführen würde. Ist das Bohrgestänge mit dem Meisselbohrer versehen, so hebt man es mittelst des Seils, an welchem es angehängt ist, und lässt es darauf wieder niederfallen. Während das Gestänge gehoben ist, wird es mittelst des durch das Oberstück gesteckten Hebels gedreht. Bei jedem Heben oder nach jedem Stosse ist ein Drehen des Bohrers unerlässlich, damit das Bohrloch eine cylindrische Form behält und das Werkzeug nicht stecken bleibt.

Hr. Obersteiger Kind aus Freiberg, ein sehr geschickter Bohrunternehmer, der sehr schwierige Bohrarbeiten, und unter diesen auch eine zu Cossingen im Luxemburgischen, die 1900 Leipz. Fuss unter der Oberfläche erreicht, und von der wir weiter unten näher reden werden, ausgeführt hat, bedient sich einer Art Meisselbohrer, die man Ohrbohrer nennen könnte; sie sind in den Fig. 8 und 9, Taf. 3 dargestellt. Sowohl diese Figuren, als auch die folgende Beschreibung, sind von Hrn. Kind's Werk über das Bohren mit dem Erdbohrer *) entnommen. *A*, Fig. 8 und 9 stellt das Bohrstück von vorne dar und in einer Richtung, die senkrecht auf der Länge der Schneide steht. *B* stellt den Bohrer im Profil oder parallel mit der Schneide gesehen, vor; *C* ist die Ansicht des Bohrers von Unten; *D*, Fig. 8 dieselbe von Oben ab gesehen. *E′*, *E′*, Fig. 9 sind die Abbildungen eines Kreuzstücks, welches auf einem Gestämme am obern Theile des Bohrers und unter der Schraube angebracht wird. Es wird dies Stück durch die Mutter des untersten Mittelstücks, an welches das Bohrstück geschraubt wird, festgehalten. Kind giebt dem quadratischen Tseil der Stange des Bohrstücks einen sehr grossen Querschnitt, von wenigstens 8 Centim. (3 Zoll), um das Gewicht und die Steifheit des Instrumentes zu vermehren. Die Schneide des Meissels ist, wie beide Figuren zeigen, etwas gekrümmt. Zu beiden Seiten sind zwei Querschneiden angebracht, die verstählt und nach der cylindrischen Oberfläche, welche die Längenschneide zum Durchmesser hat, gekrümmt sind. Die Querschneiden haben den Zweck, das Loch nachzubohren, damit keine Rauhheiten zurückbleiben. Sie verhindern auch das Steckenbleiben des Werkzeuges in den Spalten des Gebirges. In Fig. 8 sind die Querschneiden weit kürzer als in Fig. 9. Den Bohrer, Fig. 9, gebraucht man in lokkeren und zähen Massen, wie, z. B., im Thon. Wegen seiner Form bleibt er weniger leicht stecken, als der Bohrer Fig. 9, dessen Querschneiden höher sind, und der nach Unten zu seine ganze Stärke beibehalten hat. Letzterer lässt sich sehr gut in harten und quarzigen Gesteinen anwenden, indem er sich nicht so leicht abnutzt, als ersterer. Auf das unter der Schraube angebrachte Gestämme legt man das Kreuz *E*, *E′*, Fig. 9.

*) Anleitung zum Abteufen der Bohrlöcher nach den neuesten und bewährtesten Erfahrungen, insbesondere durch Anwendung der vom Verfasser selbst erfundenen, sich practisch erwiesenen Bohrgestänge, nebst Mittheilung verschiedener durch ebendenselben ausgeführten Arbeiten etc. Mit 4 Kupfertafeln. Luxemburg 1842.

Es besteht aus zwei oder vier Armen, die auf den obern quadratischen Theil *a* des Bohrstücks gesteckt werden. Dieses Kreuz, dessen Durchmesser 2 oder 3 Millim. schmäler ist, als die Bohrschneide, hat einen doppelten Zweck. Es dient als Leitung für das Werkzeug, welches es in einer senkrechten Lage erhält, und die Schneiden dienen ausserdem dazu, um das Loch auszubohren und die letzten Rauhheiten des Gesteins aus demselben fortzuschaffen. Die Arme des Kreuzes und das Quadrat haben eine Höhe von etwa 3 Zoll, und der Durchschnitt der erstern ist linsenförmig, damit sie nicht die Bewegung des Bohrers in dem Wasser hindern, mit welchem das Loch stets angefüllt ist.

Fig. 10, Taf. 3, stellt den Bohrer zum Ausbohren oder vielmehr zum Erweitern des Bohrlochs vor, dessen sich Kind bedient, und den er in seinem Werke beschreibt. Er ist unten überall abgerundet und die Stange auf die gewöhnliche Weise eingerichtet und von derselben Stärke, wie die der übrigen Bohrstücke. Jedoch hat der Umfang vier Vertiefungen, so dass das Wasser und der Bohrschmand, welche das zu erweiternde Loch ausfüllen, frei hindurch können; auch ist die untere Fläche etwas concav, damit die Peripherie etwas schneidend wirkt. *A*, Fig. 10 ist der Aufriss *C* einer Ansicht von Unten dieses Werkzeugs, welches mit Vortheil die alten ringförmigen Bohrer ersetzt. Auf der Stange bringt man, wie bei den Bohrern Fig. 8 und 9, das Kreuz an. Kind wendet das Werkzeug nur zum Erweitern der Bohrlöcher an, da ein Nachbohren derselben bei Anwendung seiner Bohrer mit Ohren gänzlich unnütz seyn soll.

Bohrer, welche das Gebirge drehend angreifen. — Die Figg. 11 und 12 stellen zwei Werkzeuge dar, die nur selten angewendet werden, und die man Karpfen- und Schlangenzungen nennt. Die Ränder sind schneidend und gebogen, wie die Figuren zeigen. Die beiden des erstern Bohrstücks sind etwas kellenartig gebogen. Es müssen diese Werkzeuge an den Rändern gänzlich verstählt, jedoch müssen sie weniger gehärtet seyn, als die Meissel. Man bohrt drehend damit. Sie lassen sich nur in weichen Gesteinen, die aber dennoch etwas brüchig sind, wie Kreide, weicher Kalkstein, Mergel, anwenden; in festen Thon würden sie zu leicht eindringen.

Der bandförmige Bohrer, Fig. 14, besteht aus 5 oder 6 Windungen, die etwa 0,50 Met. (19 Zoll) lang sind. Er endigt, wie Fig. 11 in zwei Zungen. Er ist an den Rändern verstählt und dient zum Bohren in feinem zusammengebackenen Sand, in welchen man drehend eindringt. Der Eisenstab, aus welchem dieses Bohrstück besteht, muss in der Mitte fast $\frac{3}{4}$ Zoll stark seyn.

Der gefurchte oder vierkantige Bohrer, Fig. 15, ist eine in eine an allen Kanten verstählte Spitze auslaufende vierseitige Pyramide. Sind die Kanten abgenutzt, so ist dies Bohrstück schwierig zu repariren. Fig. 16 stellt ein anderes Locheisen dar, dessen sich Hr. Degousée bedient. Es besteht aus einer starken eisernen Stange, an welcher zwei eiserne Scheiben *a*, *b*, befestigt und die durch vier eiserne, verstählte Eisenstäbe verbunden sind. Diese Stäbe sind etwas gebogen und greifen die Wände des Bohrlochs an. Ein einziges Werkzeug dieser Art kann zu drei oder vier verschiedenen Durchmessern angewendet werden, indem man nur Scheiben mit andern Durchmessern einzusetzen braucht. Sind die Kanten der Stäbe abgenutzt, so nimmt man das Werkzeug auseinander und lässt die Stäbe wieder scharfkantig schmieden. Jedoch ist die Anwendung aller dieser Locheisen ganz überflüssig, wenn man sich der Bohrer mit Ohren bedient.

Werkzeuge zum Zerbrechen der Kiesel oder Geschiebe. — Der Kolbenbohrer, Fig. 17, ist ein vierseitiges, in eine sehr stumpfe vierseitige Pyramide auslaufendes Prisma.

Eine cylindrische und hohle Glocke mit schneidenden und verstählten Rändern dient auch zum Zerstossen der Geschiebe, und man nennt sie daher Kieselglocke oder Ringbohrer.

Werkzeuge zum Erweitern der Bohrlöcher. — Diese Werkzeuge werden dann angewendet, wenn es erforderlich ist, das Bohrloch weiter zu machen. Zu dem Ende werden in einem runden guss- oder schmiedeeisernen Stücke von etwas geringerem Durchmesser, als das schon vorhandene Bohrloch hat, und welches mit Nuthen versehen ist, 4, 6 oder 8, unten und an den Seiten verstählte und mit Schneiden versehene Blätter, symmetrisch um die Axe des Cylinders und in Ebenen, welche durch dieselbe gehen, befestigt. Fig. 18 stellt ein mit vier Blättern versehenes Werkzeug dieser Art vor. Diese Blätter sind mit Schwalbenschwänzen in den walzenförmigen Bohrkörper eingelassen, treten oben gegen das Ende der Nuthen und werden unten durch eine Scheibe und eine Schraubenmutter oder durch jene und ein Splett festgehalten. Letzteres zeigt Fig. 18. Dieses Werkzeug wirkt stossend, kann aber in weichern Gesteinen auch drehend wirken, wozu es aber erforderlich ist, den untern Schneiden der Blätter eine kleine Neigung zu geben. Die durch dies Werkzeug abgelös'ten Gesteinbruchstücke, fallen auf den Boden des Bohrlochs, und man zieht sie erst dann mit einem mit Ventil versehenen Kreuzlöffel heraus, wenn sie das Loch bis zu der Höhe, in welcher das erweiternde Werkzeug wirkt, füllen. Das Werkzeug, Fig. 18, kann durch Einsetzen verschiedener Blätter, für verschiedene Durchmesser der Bohrlöcher benutzt werden, wogegen das gleichen Zweck habende Werkzeug von Kind, Fig. 10, nur für einen Durchmesser brauchbar ist, aber den Vortheil einer vollkommenen Festigkeit hat.

Die Werkzeuge, welche zum Herausschaffen der Gesteinbruchstücke und des Bohrschmandes aus dem Bohrloche dienen, sind folgende:

Die Bodenbohrer, Fig. 19 und 20, Taf. 3, die auch in der Dammerde, bei'm Beginn eines Bohrlochs angewendet werden. Sie haben viel Aehnliches mit den gleichnamigen Bohrern des Zimmermanns. Sie sind 0,50 bis 0,60 Meter (17 bis 22 Zoll) lang und oft noch länger. Nach Unten zu endigen sie sich auf der einen Seite mit einer Zunge und auf der andern mit einer Schaufel oder einer Fläche, welche den Bohrschmand zurückhält. Die Zunge muss $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll von der Bodenfläche vorstehen; bei den 3 Zoll weiten Bodenbohrern stehen die Ränder oben $1\frac{1}{2}$ und unten $2\frac{1}{4}$ Z. auseinander, bei den $3\frac{1}{2}$ Zoll weiten oben 1 und unten 2 Zoll. Die Ränder und die Zunge müssen verstählt seyn.

Zu einem 0,60 Met. (23 Zoll) langen und 0,08 Met. (3 Zoll) weiten Bodenbohrer nimmt man ein 0,16 Met. (6 Zoll) breites und 0,015 Met. ($\frac{1}{2}$ Zoll) starkes Stück Flacheisen, schweisst es an dem einen Ende an eine Stange, spaltet den einen Rand auf, bringt ein keilförmig geschmiedetes Stück Stahl hinein und verfährt ebenso mit dem untern Rande, schweisst den Stahl mit dem Eisen zusammen und schmiedet die Ränder dünn aus. Darauf biegt man das Bohrblatt über einen Dorn. Der schneidende Rand muss vor dem andern 3 bis 4 Linien vorstehen. Die Zunge und die Ränder lassen sich leicht biegen. Ein solcher Bohrer muss, nachdem er 20 bis 25 Mal im Feuer gewesen ist, bei 17 Zoll Länge und $2\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser, im Rücken 5 bis 9 Linien

stark seyn; er wiegt etwa $9\frac{1}{2}$ Kilogr. (20 Pfund) und kostet, wenn mehrere angefertigt werden, 14 bis 15 Fr. (3 Rthl. 22 Sgr. bis 4 Rthl.), und wenn man nur einen oder zwei machen lässt, 24 bis 25 Fr. (6 Rthl. 12 Sgr. bis 6 Rthl. 20 Sgr.).

Der Bodenbohrer kann fast in allen Gebirgsarten angewendet werden: er dient zur Herausschaffung des Bohrschmandes und füllt sich sehr gut. Die Gesteinstücke und der Sand bilden einen dichten und festen Cylinder, besonders dann, wenn sie wenig Neigung haben, mit dem Wasser einen consistenten Teig zu bilden. Es ist dies der Fall in der Kreide, in den Kalksteinformationen, dem Gypse, dem Thone, dem Schieferthone, der Steinkohlenformation u. s. w. Es ist alsdann vortheilhaft, einen sehr langen Bohrer zu gebrauchen, der $1\frac{1}{2}$—2 Met. ($4\frac{3}{4}$ bis $6\frac{1}{3}$ Fuss) lang ist. Ist aber der Bohrschmand nur sandig, wie in dem Kohlensandsteingebirge, so füllt sich der Bohrer schlecht, und der Cylinder ist nur auf eine Höhe von 8 bis 12 Zoll mit festen Bohrtheilchen angefüllt, wenn er auf die Oberfläche gelangt, so dass lange Bohrer unnütz sind.

Ueber Tage wird der feste Bohrschmand aus dem Bohrcylinder genommen, und durch ihn erkennt man die Beschaffenheit der durchbohrten Schichten.

Der Thonbohrer oder Thonlöffel, Fig. 21, besteht aus 1 bis $1\frac{1}{3}$ Linien dickem Eisenblech. Er hat keine Schaufel, weil der Thon hineindringt und doch fest hängen bleibt.

Bei Sand von nur geringem Zusammenhalte, ersetzt man die Zunge des Bodenbohrers durch einen kurzen Schneckenbohrer und man hat demnach, Fig. 22, zwei Werkzeuge, von denen das eine den Sand lossmacht und das andere ihn auf die Erdoberfläche bringt, wenn er mit dem Wasser einen Teig bildet und consistent genug ist, um in dem Bodenbohrer hängen zu bleiben.

Es wird kaum nöthig seyn hinzuzufügen, dass die Bodenbohrer und alle ähnlichen Bohrstücke, welche das Gebirge drehend angreifen, so eingerichtet seyen und gedreht werden müssen, dass die Einwirkung der Gebirgsschichten auf sie die, die einzelnen Stücke des Bohrapparats verbindenden Schrauben festzieht und nicht losslässt.

Der Sool- auch Sandlöffel, Fig. 23, ein Cylinder von 1 bis 2 Millimeter ($\frac{1}{2}$ bis 1 Linie) starkem Eisenblech, welches der Länge nach zusammengelöthet ist. Er ist mit einem daran genieteten Bügel versehen, mittelst dessen er mit dem Bohrgestänge verbunden ist. Am Boden ist er mit einem Ventil mit Gegengewicht versehen, welches sich von Aussen nach Innen zu öffnet. Nachdem man sich des Bodenbohrers bedient hat, um die festen Theile des Bohrschmandes auf die Oberfläche zu bringen, lässt man den Cylinder mit Ventil hinab, entweder, indem man ihn an das Ende eines Seils, oder an das Bohrgestänge hängt. Das erstere fördert die Arbeit mehr. Nachdem der Cylinder zwei- oder dreimal gehoben und wieder zurückgefallen ist, füllt er sich mit flüssigem Schlamme, den man auf die Oberfläche zieht.

Kind wendet nur den Cylinder mit Ventil, der an einem Seile hängt, an, um den Bohrschmand aus dem Bohrloche zu schaffen. Den Bodenbohrer gebraucht er dagegen gar nicht. Man kann aber auch den letztern mit einem Ventile verbinden, d. h. über ihm einen Cylinder anbringen, so dass er nur auf 24 bis 27 Centimeter (9 bis 10 Zoll) offen ist.

Die Kugelventile scheinen bei den Werkzeugen, die den Zweck haben, Sand oder Schlamm aus den Bohrlöchern in die Höhe zu schaffen, einen grossen Vorzug vor allen übrigen Arten von Ventilen zu haben. Fig. 24 stellt eine Glocke mit einem Ku-

gelventile dar, sowie sie Hr. Degousée anwendet. In dem flüssigen Sande lässt man sie mittelst eines Seils hinab, und sie füllt sich durch eine pumpende Bewegung. Fig. 25 ist eine in festem Sande angewendete Glocke. Man schraubt sie an's Ende des Bohrgestänges und füllt sie drehend oder stossend. Sie unterscheidet sich von der vorhergehenden nur dadurch, dass die Kugel mit einer Stange versehen ist, die, indem sie auf den Boden des Bohrlochs aufstösst, die Hebung der Kugel veranlasst. Die Fig. 26 zeigt einen, unten mit einen Schneckenbohrer versehenen Sandlöffel, den man drehend hineinbringt. Der von dem Bohrer lossgemachte Sand tritt in den Cylinder, in den er mittelst der Kugel, die auf ihren Sitz zurückfällt, sobald man das Bohrgestänge emporzieht, zurückgehalten wird.

Hr. Mulot hat bei der Bohrung des artesischen Brunnens bei'm Schlachthause von Grenelle sehr lange Glocken mit Kugelventilen angewendet. Dieselben bestehen aus mehreren aneinander geschraubten Theilen, und von denen jeder einen Scheider hat, der mit einem kreisrunden Loche versehen ist, das ein Kugelventil aufnimmt, so dass man auf diese Weise drei oder vier Ventile übereinander in der Glocke hat.

Ausser den obigen Werkzeugen muss man auch andere haben, um den Bohrer senkrecht in dem Loche zu erhalten, um die Stangen zusammen und auseinander zu schrauben, zum Herausschaffen der zerbrochenen Stangen, die nach einem Bruche in dem Loche stecken bleiben konnten.

Stangenschlüssel, Stangenhaken. — Um die Stange in dem Bohrloche aufgehängt zu erhalten, fasst man sie unter einem Bunde mittelst eines Stangenschlüssels, Fig. 28, Taf. 3. Auch hängt man sie an dem Seile des Bohrgerüstes mittelst eines Hakens mit einem Wirbelringe auf. Fig. 27 stellt diesen Stangenhaken in einer Vorder- und Seitenansicht dar. *a* ist ein Ring mit einem Wirbel, *b* ein Bolzen, um das Bohrgestänge im Fall eines Stosses zu halten, *c* Erhöhung, um die Absätze des Gestänges zu unterstützen.

Um die Stangen auseinander zu schrauben, gebraucht man ein ähnliches Werkzeug wie den Stangenschlüssel.

Um das Bohrgestänge an das Seil aufzuhängen, bedient man sich eines *S* von Schmiedeeisen, Fig. 29, von dem ein Ende in den Ring mit Wirbel des Kopfstücks oder des Stangenhakens und das andere in die Schlinge des Seils greift. Zwei Bänder hindern das Loshaken, welches sonst bei einem Stosse erfolgen könnte.

Zum Drehen des Bohrers bedient man sich zuweilen statt der Stangen, die in Augen des Oberstücks gesteckt werden, einer hölzernen, mit Eisen beschlagenen Handhabe, welche die quadratische Stange an irgend einer Stelle ergreift. Fig. 32 stellt dieses Werkzeug (ein sogenannter Drehbündel) dar, sowie es Hr. Degousée anwendet. Die Stange wird von dem Einschnitte *a* aufgenommen, über dieselbe wird das Charnier *b* gelegt und durch einen Splett, der durch die an der Handhabe befestigte Krampe *c* geht, festgehalten. Darauf zieht man die Druckschraube *d* an.

Um die Hohlbohrer zu reinigen, wendet man Räumer oder Krätzer an.

Die hauptsächlichsten Fanginstrumente zum Herausschaffen abgebrochener und im Bohrloche stecken gebliebener Theile des Bohrgestänges sind folgende:

Der Glückshaken (*caracole* franz.), Fig. 31, ist ein in einer horizontalen Ebene, oder etwas nach den Horizont geneigter, gekrümmter eiserner Haken. Die Stange desselben, die etwa 1 Met. ($3\frac{1}{6}$ Fuss) lang, quadratisch und etwas stärker, als das übrige Gestänge, ist mit diesem auf die gewöhnliche Weise verbunden. Der Haken

ist an der Spitze zackig; er ist entweder abgerundet, oder häufiger platt. Seine Höhe beträgt in diesem letztern Falle etwa 3 Zoll. Mit Hülfe des Glückshakens kann man eine, in dem Bohrloche zurückgebliebene Stange unter dem Gestämme oder Bunde fassen und herausziehen. Zu dem Ende muss die quadratische Stange in die Biegung des Hakens treten, den man unter den Bund bringt, und dieser selbst darf nicht hindurchgehen. Der Glückshaken dient ferner dazu, ein Bohrgestänge, oder die Stange eines Bohrstücks, welches sich an den Stoss des Bohrlochs angelegt hat, in die Mitte desselben zurück zu bringen, und in dieser Lage zu erhalten, damit man es mit der Trompete oder Kluppe fassen kann. Endlich, wenn eine grössere oder geringere Länge von Stangen, die durch Schrauben miteinander verbunden, in dem Bohrloche zurückgeblieben sind, ist es zuweilen nöthig, das Losschrauben der Stangen in dem Bohrloche zu bewerkstelligen, um sie einzeln herauszuziehen. Man kann alsdann das Gestänge mit dem Glückshaken in einem Puncte unter der loszuschraubenden Verbindung fassen, während man die oberste Stange losschraubt, die man mit einer Kluppe fasst. Uebrigens wendet man die Haken dieser Art auf verschiedene Weise, nach der Form der zu fassenden Stücke, an.

Die Trompete (Fangmutter, Fass- oder Dillschraube), Fig. 13, ist eine conische Glocke, die im Innern mit einem konisch zulaufenden Schraubengewinde von gehärtetem Stahl versehen ist, die man auf das Gewinde der stecken gebliebenen Stangen zu schrauben sucht. Man kann dies Gestänge mit dem Glückshaken nicht fassen, weil der Bruch zu weit von einem Bunde entfernt erfolgt ist. Wenn sich das abgebrochene und zu fassende Gestänge gegen den Stoss des Bohrlochs gelegt hat, so befestigt man um die untere Peripherie der Glocke einen blechernen Trichter, Fig. 13, *B*, um das Stück leichter zu fassen. Wenn die Glocke zur Aufbringung eines abgebrochenen Theils an einem Bohrer mit Schraubenverbindung angebracht worden ist, so muss ihr Gewinde in entgegengesetzter Richtung um das des Gestänges sich winden, damit sich dessen Stücke nicht losschrauben. Hat man das abgebrochene Gestänge mit der Glocke gefasst, so muss man sehr langsam schrauben, um das Gewinde zu schonen.

Der Krätzer, Fig. 30, kann auf ein Gestänge ebenso wie eine Schraubenglocke einwirken, wenn die (zuweilen auch nur einfachen) Windungen scharf und im Innern verstählt sind. Er wird besonders mit Vortheil zum Herausziehen des Seils von dem Cylinder mit Ventil angewendet, wenn dasselbe zerrissen und ein Theil in dem Bohrloche stecken geblieben ist. Auch dient der Krätzer zuweilen, um Geschiebe aus dem Bohrloche zu schaffen.

Den zangenförmigen Fangwerkzeugen hat man sehr verschiedenartige Formen gegeben. Das beste dieser Art ist ohnstreitig das von dem Salineninspector Oberster vorgeschlagene, welches in Fig. 33 *A* und 33 *B* abgebildet ist und zu der Classe der sogenannten Wolfsrachen gehört. Diese Figuren und die folgende Beschreibung sind aus dem Werke von Kind entlehnt. Das Werkzeug besteht aus einem starken eisernen Ringe *a*, der kegel- oder trichterförmig nach Oben zu abläuft. Es ist mit einer Gabel verbunden, deren beide Schenkel *b*, *b*, etwa $4\frac{3}{4}$ Fuss lang und $\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat stark sind. In dem Puncte *c* vereinigen sich die beiden Schenkel zu einer quadratischen $1\frac{1}{2}$ Zoll starken Stange, welche mit der gewöhnlichen Schraube zur Verbindung mit dem untersten Bohrstücke versehen ist. Auf diese quadratische Stange ist ein vierseitiger Hals oder Bund *e* angebracht, der von der Gabelung *c* bis zu dem durch die Stange gehenden Stift *h* verschiebbar ist. In Fig. 33 *A* ist die Form der

Schenkel von der Zange dargestellt, welche inwendig verstählt und gezahnt sind. Man sieht deutlich, dass diese beiden, um ihr oberes Ende, an welchem sie an dem Schieber *e* befestigt sind, beweglichen Arme, bei'm Niedergehen des Schiebers, indem sie sich einander nähern, in den Ring *a* treten. *k* ist ein, wie der Glückshaken, gekrümmter Haken, der auf dem Ringe *a* und an einem der Schenkel *b* von der Gabel befestigt ist und der nöthigenfalls dazu dient, das abgebrochene und an den Bohrlochstoss gelehnte Bohrgestänge in eine senkrechte Stellung und in die Axe des Bohrlochs zurückzuführen, so dass es mit dem Ringe *a* gefasst werden kann. Um sich dieses Fangwerkzeuges zu bedienen, schraubt man es unten an das Gestänge, stösst den Schieber *e* gegen den Stift *h*, entfernt die gezahnten Schenkel der Zange, der sogen. Wolfsrachen, voneinander und erhält sie mittelst eines kleinen, zwischen die Zähne gesteckten Stückchen Holz, in dieser Lage, worauf man das Gestänge einhängt. Hat man mit dem Ringe *a* den obern Theil des abgebrochenen Stücks gefasst, so dringt dasselbe zwischen die Backen der Zange und stösst die Holzstütze weg, welche niederfällt. Der Schieber *e* und die Zangenschenkel gehen durch ihr eigenes Gewicht nieder, bis dass die gezahnten Backen sich an das Bohrstück legen. Die Zähne werden in Folge der äussern Gestalt der Zange gegen die Bohrstange gedrückt, indem sie wie ein Keil zwischen dieselbe und den Ring treten. Zieht man darauf den Bohrer in die Höhe, so drücken die Backen um so fester gegen das abgebrochene Stück, als die Zange durch das Gewicht und den Widerstand von jenem niedergezogen wird.

Das von Kind beschriebene zangenförmige Fanginsrument kann $3\frac{1}{2}$ Zoll bis daumenstarke Eisenstücke fassen. Es ersetzt die Schraubenglocke und alle andern zangenartigen Fanginstrumente mit und ohne Federn, sehr vortheilhaft. Der einfache Glückshaken, der Krätzer und der Wolfsrachen sind die einzigen von Hrn. Kind angewendeten Fangwerkzeuge, und den Krätzer gebraucht er nur zur Emporziehung des abgerissenen Seils von dem Sand- oder Soollöffel *).

Gleichförmigkeit des Calibers der Werkzeuge. Geradlinigkeit des Gestänges. — Man wendet noch mehrere andere Werkzeuge bei der Bohrarbeit an, von denen wir reden werden, nachdem wir von dieser selbst gesprochen haben. Wir endigen diesen Artikel, indem wir von Neuem auf die Wichtigkeit des gleichartigen Calibers der bei'm Bohren angewendeten Werkzeuge aufmerksam machen. Die Bodenbohrer und Cylinder mit Ventil müssen mit etwas Spielraum durch ein Caliber gehen, welches von den eigentlichen Bohrern gänzlich ausgefüllt werden muss.

Die Stangen müssen vollkommen gerade seyn, und um sich davon zu überzeugen, thut man am Besten, sie an dem Seile eines Bohrgerüstes aufzuhängen und mit einem Bleiloth zu untersuchen, ob sie gerade sind. Wie man sie gerade macht, wenn es nicht der Fall ist, haben wir schon weiter oben bemerkt.

Von der Bohrarbeit oder dem Abbohren und den Bohrgerüsten.

Beginn des Bohrens. — Zuvörderst bohrt man ein rundes Loch von dem Durchmesser der Bohrwerkzeuge oder Bohrgezähe, mit etwas Spielraum, in einen star-

*) Die Bohr-, Fang- und überhaupt alle bei'm Bohren angewendeten Werkzeuge sind an verschiedenen Orten sehr verschieden, wie man aus dem schon oben angeführten Artikel in der Maschinenencyclopädie und aus den weiter unten bei den artesischen Brunnen citirten Werken ersehen kann. Hr. Combes hat hier nur die jetzt als die bewährtesten bekannten beschrieben.

ken Schwell, legt diesen da, wo man bohren will, in den Boden und befestigt ihn dort. Er hat den Zweck, das Hereinfallen der obersten losen Dammerde in das Loch zu hindern. Man befestigt darauf den Bodenbohrer an das Oberstück und bohrt drehend ein, indem man eine hölzerne Stange durch das Auge des letztern steckt, oder das Oberstück in der Handhabe Fig. 32 (Drehbündel) befestigt. Im Anfange muss man grosse Sorgfalt daran wenden, den Bohrer recht senkrecht zu halten, und zuweilen richtet man ihn mittelst einer ausgebohrten hölzernen Röhre, der sogen. Lehrröhre, die 4—6 F. lang ist, und die man nach dem Lothe in den Boden gräbt und darin fest rammelt. Wenn das Bohrloch tiefer wird, so ist es zweckmässig, auf dem Schwell mit dem Loche oder auf der Lehrröhre zwei starke Blechkappen, die um Charniere beweglich sind, anzubringen und die über dem Bohrloche zusammenschlagen und dasselbe bedekken. An den beiden Rändern sind diese Klappen mit halbkreisförmigen Ausschnitten versehen, deren Mittelpunct der Axe des Bohrgestänges entspricht, und die einen solchen Durchmesser haben müssen, dass das letztere frei hindurchgehen kann, jedoch ohne die Verstärkungen an den Vereinigungspuncten der Stangen. Zieht man das Gestänge in die Höhe, so heben sich die Klappen auf, die das Hereinfallen kleiner Gegenstände in das Bohrloch, während des Abbohrens, verhindern. Der offene Löffel-, Schnecken- oder Bodenbohrer reicht hin, um Dammerde und Thon ohne Geschiebe zu durchbohren. Sobald er angefüllt ist, zieht man ihn in die Höhe und nimmt die Füllung heraus. Dieses erste Bohren geht sehr rasch und beschäftigt nur zwei Mann. Gelangt man zu festem Gestein, so muss man den Löffel mit einem andern Werkzeuge vertauschen, welches im Stande ist, das Gestein zu zerstossen, und man nimmt daher gewöhnlich einen mehr oder weniger stumpfen Meissel. Man hebt das Gestänge und lässt es wieder niederfallen, indem man es bei jedem Stosse um $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{6}$ der Peripherie dreht. Ist das Loch trocken, so giesst man Wasser hinein, um die Werkzeuge abzukühlen, welche sonst heiss und weich werden würden. Nachdem man eine Zeit lang mit dem Meissel gebohrt hat, schafft man mittelst des Bohr- oder Schmandlöffels den Bohrschmand aus dem Loche. Hat man auf diese Weise eine Tiefe von 8 bis 10 Meter (25 bis 32 Fuss) erreicht, so können zwei Mann den Bohrer kaum noch heben und es muss alsdann ein Bohrgerüst angewendet werden. Soll das abzubohrende Loch nicht sehr tief werden, so könnte man ein einfaches Hebezeug, wie es die Maurer gebrauchen, anwenden, und welches durch drei Rüstseile befestigt wird. Auf den Haspelbaum wickelt man ein Seil, welches man über eine Rolle laufen lässt, und welches man mit dem Oberstücke des Bohrgestänges verbindet. Man muss dahin sehen, dass die Axe des letzteren und die des Seils in eine Senkrechte zusammenfallen.

Soll dagegen das Bohrloch eine beträchtliche Tiefe erreichen, so ist es weit zweckmässiger, ein bequemeres Bohrgerüst anzuwenden, welches bei mässig tiefen Bohrungen von 100 bis 150 Met. (320 bis 480 Fuss) aus drei, und bei noch tiefern Löchern aus vier Säulen besteht.

Bohrgerüst mit drei Säulen. — Die Fig. 1, 2 und 3, Taf. 4, stellen ein Bohrgerüste oder einen Galgen mit drei Säulen von 17 bis 18 Met. (54 bis 57 Fuss) Höhe, mit allen seinen Nebenbestandtheilen dar. Fig. 4 ist der oberste Theil eines Bohrgerüstes mit vier Säulen mit einer Flaschenzugrolle. Die Fig. 5 *A* und 5 *B* stellen das von Kind für Bohrungen von einer mittlerem Tiefe beschriebene Gerüste dar.

Bei Fig. 1 und 2, Taf. 4 unterscheidet man: *a,* Ständer für den Schwengel, welcher zum Heben des Bohrers bei'm Stossen dient, wenn er mit einem Meissel oder ähnlichem Bohrstücke arbeitet, welches das Gestein durch den Stoss angreift.

b, Schwengel zum Heben und Fallenlassen des Gestänges, der in einen Kreisschnitt endigt, auf welchen sich die Kette *d* oder ein Seil legt, welches das Bohrgestänge hält, und welches an dem Haken *k*, am Ende des Sectors befestigt ist. *c,* Haspel mit zwei Hörnern, mit welchem der Bohrer aus dem Loche gezogen wird. *p,* Leitrolle am obersten Puncte des Galgens; *p',* Flaschenzugsrolle, an deren Haken das Bohrgestänge aufgehängt ist, wenn es ein zu bedeutendes Gewicht hat, um von dem Bohrpersonale mit dem blossen Haspel gehoben werden zu können.

e, Seil von etwas grösserer Länge, als die Höhe des Bohrgerüstes beträgt, und welches dazu dient, die Flaschenzugsrolle, oder den Haken, in welchen das Hebeseil endigt, hinabzuziehen, wenn es am Gipfel des Gerüstes vorhanden ist, und wenn man den aus dem Loche emporgezogenen Theil des Gestänges auseinander geschraubt hat.

t, Stangen, die aus dem Loche gezogen und in Stücken von 15 Met. (48 F.) Länge auseinander geschraubt worden, und die gegen die Sprossen der dritten Säule von dem Gerüste gestellt worden sind.

M, m, starke eiserne Stäbe, um die Säule mit Gerüst in gehöriger Entfernung von den beiden andern zu halten.

T, Fig. 1, senkrechte Winde oder Göpel, an welchen man ein Pferd spannen kann und dessen man sich nur bei sehr tiefen Bohrungen und bei weiten Bohrlöchern bedient. Bei gewöhnlichen Tiefen und Weiten ist der Haspel mit Hörnern *c* hinreichend.

s, Leitrolle, welche bei Anwendung des Göpels erforderlich ist.

Fig. 3 stellt das Obertheil eines Bohrgerüstes mit 3 Säulen dar, welches dem in Fig. 1 und 2 abgebildeten ähnlich ist, ausgenommen, dass es statt einer zwei Leitrollen hat. Mittelst zwei Rollen und zweier Hebseile, die sich in umgekehrter Richtung auf den Haspel oder den Göpel wickeln, vermeidet man bei grossen Bohrungen den Zeitverlust, der durch das Herabziehen des Hakens, der an der Flaschenzugsrolle oder dem Seile sitzt, von dem obersten Puncte des Galgens veranlasst wird; oder vielmehr des Stücks mit Ring, welches an die in dem Loche gebliebenen Bohrstücke, um auch diese herauszuziehen, geschraubt, oder mit Bolzen befestigt wird, indem das eine dieser Hakenstücke herabgeht, während das andere emporsteigt und das Gestänge hebt.

Das Bohrgerüst mit drei Säulen auf Taf. 4 ist, wie man sieht, sehr bequem, indem es sehr leicht aufgestellt und verbunden und eben so leicht abgenommen werden kann, indem man wenige Spletten und Bolzen herausnimmt; allein es hat weniger Stabilität, als die Gerüste mit vier Säulen, wie sie gewöhnlich Hr. Degousée anwendet und wie es auf Taf. 5 dargestellt worden ist.

Bohrgerüst mit vier Säulen und mit Vorgelegehaspel und Hebedaumen des Hrn. Degousée. — Fig. 1 ist das Ganze des Bohrgerüts, des Bohrschwengels und des Vorgelegegehaspels, wodurch das Gestänge zu gleicher Zeit zum Stossen und auch zum Herausziehen angeholt oder gehoben wird. Drei Hebedaumen *a, a, a,* Fig. 4, die an dem Rundbaume des Haspels angebracht sind, dienen dazu, um dem Schwengel *l,* Fig. 1, die zum Stosse erforderliche abwechselnde Bewegung mitzutheilen. Es geschieht dies durch die eisernen Stangen *b* und *c,* welche letztere sich um den festen Punct *d* dreht.

Die Figg. 3, 4 und 5 stellen den Haspel mit den Hebedaumen nach einem grössern Maassstabe dar. *F, F'* sind die beiden gusseisernen Ständer, *T* der Rundbaum, auf den sich das Zugseil aufwickelt; *a, a, a,* die Hebedaumen auf derselben Axe; *R* Stirnrad, in welches das Getriebe *p,* auf der Kurbelwelle *M M,* greift. *i, i,* Sperrräder, deren Zähne eine umgekehrte Richtung haben, und in welche man die Sperrkegel *x x,* die an der obern Stange *y* befestigt sind, eingreifen lässt, wenn man eine rückgängige Bewegung des Haspels verhindern will. *h,* hölzernes Rad, auf dessen Kranz die Bremse *k* drückt, welche man mittelst des Hebels *l,* Fig. 5, anzieht. *q,* Klaue, welche man auf die Kurbelwelle, zwischen den Ständer *F* und die Verstärkung *z* legt, um ein Gleiten nach der Länge dieser Welle zu verhindern und um das Getriebe im Eingriff mit dem Rade zu erhalten. Will man jenes ausrücken, so braucht man nur die Klaue *q* zu heben und die Kurbelwelle in ihren Lagern nach dem Ständer *F* zuzuschieben, worauf Getriebe und Rad ausser Angriff kommen. Statt des Getriebes *p,* welches den ganzen Zwischenraum zwischen der Peripherie des Zahnrades *R* und der obern Verbindungsstange *y* einnimmt, kann man auch andere Getriebe von kleinerm Durchmesser auf die Kurbelwelle stecken, wenn das Bohrgestänge schwerer wird. Es ist zu dem Ende hinreichend, die Muttern *v, v',* Fig. 4 und 5 loszuschrauben, die beiden Sättel *d* von den Ständern zu nehmen, dann auch die Stange *y* und die Kurbelwelle und alle Brongestücke wegzunehmen, welche die Stange *y* und die Welle tragen und welche in den Schlitzen des obern Theils von dem Gestelle angebracht sind. Durch blossen Wechsel der Reihefolge dieser Stücke erhalten die Pfannen für die Kurbelwelle eine niedrigere Lage, und zwar um eben soviel, als der Unterschied des Halbmessers von dem Herausgenommenen und dem einzulegenden Getriebe beträgt.

Kleines Bohrgerüst von Kind. — Die Fig. 5 *A* und 5 *B* zeigen die Aufrisse nach zwei aufeinander senkrechten Ebenen des sehr einfachen Bohrgerüstes mit vier Säulen, dessen sich Kind bei den zahlreichen, in der Nähe von Weimar angestellten Bohrungen, von denen das tiefste, bei Ettelbrück, eine Tiefe von 84 Meter (267½ Fuss) erreicht hat, bediente. *a, a, a, a* sind 4 hölzerne Säulen, 8 Met. (25½ F.) lang, unten 0,13 bis 0,14 (5 bis 5½ Zoll) und oben 0,095 bis 0,11 Meter (3½ bis 4½ Zoll) im Quadrat stark. Sie sind in Schwellen *b, b,* die 0,14 bis 0,16 Met. (5½ bis 6 Zoll) im Quadrat stark sind und ein Viereck von 3,20 Met. (10 Fuss) lichter Weite bilden, eingezapft. Oben sind die Säulen durch vier Kappen *c, c* verbunden, die 0,11 Met. (4½ Zoll) stark sind und ein Quadrat von 1 Met. (3⅙ F.) lichter Weite bilden, dessen Mittelpunct in der Senkrechten liegt, die auch durch die Mitte des untern Quadrats geht. Die Säulen sind auch ausserdem durch die Riegel *d, d, d,* von 0,08 Met. (3 Zoll) Stärke im Quadrat verbunden, über die man einige Breter legt, die kleine Böden bilden, so dass das Anhängen, An- und Auseinanderschrauben der Bohrstangen, in jeder beliebigen Höhe bewirkt werden kann. Die beiden untersten, gegenüberliegenden Riegel, *e, e,* welche zugleich die Zapfenlager des Haspelrundbaums sind, liegen 1 Met. über der Sohle und sind 0,14 Met. (5½ Zoll) im Quadrat stark. Der Haspel *F F,* auf den sich die Seile wickeln, von denen das eine zum Emporziehen des Gestänges und das andere zum Niederlassen und Aufziehen des mit einem Ventil versehenen Bohr- oder Schmandlöffels dient, hat 0,22 bis 0,27 Met. (8¼ bis 9¼ Zoll) im Durchmesser und ist mit zwei Hörnern *h, h* versehen. Hat das Bohrloch die Tiefe von etwa 30 Met. (95 Fuss) erreicht, so wird das Gestänge zu schwer, um es mit den Kurbeln aufziehen zu können, und man muss dann die Hebel oder Stangen *i, i* anwen-

den. Auf dem obersten Puncte des Gerüstes, ist die Leitrolle *k* angebracht, über welche das Zugseil geht, mittelst dessen das Bohrgestänge emporgehoben wird. Die Welle dieser Rolle liegt auf den beiden Lagern *l, l,* die auf den Stücken *x, x* des obern Gebälkes ruhen.

Wenn die Tiefe des Bohrlochs nur noch 10 bis 20 Meter (30 bis 60 F.) beträgt, so wendet man ein und dasselbe Seil zum Emporziehen des Bohrgestänges und zum Senken und Aufziehen des Bohrlöffels, zum Ausfördern des Bohrschmandes, an. Bei tiefern Bohrlöchern sind zwei verschiedene Seile erforderlich; das zum Heben des Seils angewendete hat an seinem Ende einen Ring, womit es an einen Haken an dem Rundbaume befestigt wird. Soll nun der Bohrschmand mittelst des Bohrlöffels ausgefördert werden, so nimmt man das Zugseil von dem Rundbaume und zu gleicher Zeit auch von der Leitrolle *k* ab. Es wird dagegen das Seil des Bohrlöffels, das um denselben Rundbaum gewickelt ist, über die Rolle gelegt. Es hat an seinem freien Ende einen um einen Bolzen drehbaren Bügel, der in eine Schraubenmutter endigt, in welche die Stange des Bohrlöffels eingeschraubt wird. Ist nun der Bohrschmand ausgefördert, so schraubt man den Löffel los, wickelt das Seil wieder um den Rundbaum und legt das Zugseil wiederum über die Rolle. Bei noch geringer Tiefe gewinnt man an Zeit, wenn man das Löffelseil unmittelbar durch Menschenhände und ohne Anwendung des Haspels niedergehen und aufziehen lässt.

Der Bohrschwengel *m m,* Fig. 5 *A,* wird 1 Met. über die Sohle emporgehoben. Er liegt zwischen zwei hölzernen Ständern *n, n,* die in einen kleinen Schwell eingezapft und oben durch einen Riegel verbunden sind. Der Schwengel ist um zwei Zapfen beweglich, die in den beiden Ständern liegen. Er ist 3 Met. ($9\frac{1}{2}$ Fuss) lang, d. h., 2 Met. von dem Stützpuncte bis zu dem Ende *p,* wo eine Querstange vorhanden ist, auf welche die Arbeiter drücken, um das Bohrgestänge zu erheben und 1 Meter von diesem Puncte bis zu dem andern Ende, an welchem ein Haken angebracht ist, an welchem das Gestänge mittelst einer eisernen Kette mit runden Gliedern angehängt ist. Man kann, je nachdem es erforderlich ist, den zwischen dem Oberstücke des Bohrgestänges und dem Haken des Bohrschwengels befindlichen Theil dieser Kette, sehr leicht verlängern oder verkürzen.

Wenn das durch die Bohrmannschaft gehobene Gestänge, durch sein eigenes Gewicht zurückfällt, so ist die Schwingung des Bohrschwengels beschränkt, weil sein Ende *p* gegen das Ende einer hölzernen Schlagfeder *r* stösst, die aus sehr gesundem Holze besteht und 0,14 bis 0,16 Meter ($5\frac{1}{2}$ bis 6 Zoll) im Quadrat stark und 4 bis 4,5 Met. ($12\frac{3}{4}$ bis $14\frac{1}{4}$ Fuss) lang ist. Sie liegt von ihrem Ende bis etwa zur Mitte zwischen 4 senkrechten Ständern *s, s,* die 0,16 Met. (6 Zoll) stark sind. Diese Ständer sind schwalbenschwanzartig in die Schwellen eingelassen und in dieselben fest gekeilt, damit sie durch die Stösse nicht herausgerissen werden können. Diese, so wie die Schwellen des Bohrgerüsts sind 0,60 bis 1 Met. tief in den Boden eingegraben und mit festgestampfter Erde bedeckt, ja selbst eingemauert, damit sie durch die Stösse nicht erschüttert werden können. Das Ende der Schlagfeder *r,* geht zwischen den beiden vordern Ständern unter einem hölzernen Riegel und über einem eisernem Bolzen durch. Sowohl Riegel als Bolzen gehen durch die beiden vordern Ständer. Zwischen den beiden hintern Ständern wird die Schlagfeder *r* mittelst eines eisernen Bolzens festgehalten, welche durch dieselbe geht und ihre Längenbewegung hindert; auch liegt sie auf einem andern Bolzen, so dass sie durch die Stösse nicht aufspalten kann.

Grosses Bohrgerüst von Kind mit Tretrad. — Bei sehr tiefen Bohrungen wendet Hr. Obersteiger Kind ein weit höheres Gerüst, als das vorhergehende, an, bei welchem das Emporziehen des Bohrgestänges, statt durch einen Haspel, mittelst eines Tretrades bewirkt wird. Den Bohrschwengel und die hölzerne Schlagfeder, welche nach dem Falle des Gestänges gegen das Ende des Schwengels schlägt, hat er beibehalten. Die Figg. 1, 2 und 3, Taf. 6, stellen dieses grosse Bohrgerüst dar. Die Hauptsäulen sind 20 Met. (64 Fuss) hoch. An die Höhe dieses Gerüstes schliesst sich noch die Tiefe eines kleinen Schachtes, den man in dem rölligen Gebirge absinkt und selbst durch die ersten Gesteinschichten führt, so dass man im Stande ist, dies Gestänge in 25 bis 30 Meter (80 bis fast 100 Fuss) langen Theilen auseinanderzuschrauben. Die Säulen sind unten 0,30 bis 0,32 Met. (12 bis 13 Zoll) und oben 0,19 bis 0,22 Met. (7 bis 9 Zoll) im Quadrat stark. Sie tragen einen kleinen Thurm, in dessen Innern zwei Leitrollen für die beiden Seile, welche zum Emporziehen des Bohrgestänges angewendet werden, angebracht worden sind. Auf den Querriegeln des Gerüstes *h h* liegen Breter, damit die Bohrstangen in jeder Höhe gefasst werden können. Man gelangt durch Fahrten, welche in schräger Richtung stehen, zu diesen verschiedenen Böden oder Bühnen. Das Tretrad *R R*, liegt in einem Schoppen, oder einer Kaue, die an einer der langen Seiten des Gerüstes angebracht ist. In der Verlängerung dieses Theils von dem Bohrhause, liegt in *s*, Fig. 1, eine kleine Schmiede. Der Bohrschwengel *f f*, liegt in einem Gerüste, welches von dem Bohrgerüste ganz unabhängig ist, damit dasselbe durch die Stösse nicht erschüttert wird. Die vier senkrechten Ständer *b, b*, sind in den Querschwellen *a, a*, Fig. 1, schwalbenschwanzartig eingelassen und mit denselben stark verkeilt. Diese Schwellen liegen zwischen denen des Gerüstes, auf welchen die vier Hauptsäulen *M, M*, stehen. Die Ständer werden durch die Strebebänder *c, c* erhalten. *d, d* sind zwei starke eiserne Anker, welche den obern Theil des Schwengelgerüstes mit einem in der Sohle eingelassenen und dort durch Mauerwerk oder Pfähle befestigen, Stück Holz verbinden. Die Schwengelwelle *g* liegt auf den beiden Querriegeln *e*. Der Schwengel ist ein 0,19 Met. (7 Zoll) breites und 0,24 Met. (9 Zoll) hohes Stück Tannenholz, welches sich frei, aber ohne grossen Spielraum, zwischen den Ständern bewegt. *k k* ist die Querstange, auf welche die Bohrarbeiter drücken, um den Schwengel zu handhaben. *i*, der Haken, an den die eiserne Kette des Bohrers gehängt wird. Dieselbe wird bei jedem Stosse etwa um 0,68 Met. (33 Z.) gehoben. Die hölzerne Schlagfeder *l* darf weder zu biegsam noch zu steif seyn, sondern es muss ihre Steifheit im Verhältniss zum Gewichte des Gestänges stehen. Sie besteht aus mehreren 0,05 bis 0,08 Met. (2 bis 3 Zoll) starken, aber verschieden langen, übereinander gelegten Bretern, wie man in Fig. 2 sehen kann. Man vermehrt die Steifheit der Schlagfeder, indem man mehr Breter übereinander legt, man vermindert sie, wenn nur wenige übereinander liegen. An den Puncten, wo der Stoss erfolgt, sind Hebel und Federn mit Klötzen *m, m* von hartem Holze versehen.

Das Tretrad, welches zum Emporziehen und zum Einhängen des Gestänges dient, besteht aus zwei Kränzen, zwischen denen die Tritte befestigt sind. Dieselben bestehen aus 0,16 Met. (6 Zoll) breiten und 0,065 Met. ($2\frac{1}{2}$ Z.) starken Brettern, die an der Peripherie 0,65 Met. (25 Z.) voneinander entfernt liegen und inwendig um 0,05 Met. (2 Z.) und auswendig um 0,08 Met. (3 Z.) von dem cylindrischen Boden der Trommel vorspringen, damit die Arbeiter leicht ihre Füsse darauf setzen können. Unter dem Rade sind Bremmsschuhe *k, k* angebracht und auf den beiden parallelen

Schwellen mit dem einen ihrer beiden Enden befestigt und beide sind durch den horizontalen Querriegel *t* verbunden. In der Mitte desselben ist eine senkrechte Stange *q* angebracht, die mit dem horizontalen Bremmsschwengel *L* in Verbindung steht. Drückt man auf das Ende desselben, so drücken die Bremmsschuhe gegen die Radkränze und halten dessen Gang auf. Während des Emporziehens oder Einhängens des Bohrers, steht stets ein Arbeiter an der Bremmse, um das Rad bei irgend einem Zufall aufzuhalten.

Auf der Radwelle sind nebeneinander zwei Scheiben oder Rollen angebracht, auf welche, nach umgekehrter Richtung, zwei platte Seile aufgewickelt worden sind, die über die oben am Gestelle angebrachten Leitscheiben *p*, *p* gehen und zum Emporziehen und Einhängen des Bohrgestänges dienen. *o* ist ein Hornhaspel mit dem Seil des Bohrlöffels, welches über die Leitrolle *g* weggeht und der in einem besondern kleinen Gestell liegt.

Tretrad mit Heblingen zur Bewegung des Bohrgestänges. — Bei der sehr tiefen Bohrarbeit, die Herr Kind zu Cossingen ausgeführt hat, war die Einrichtung des Bohrgerüstes im Allgemeinen ganz so, wie bei der vorhergehenden, allein das Tretrad diente nicht allein zum Emporziehen und zum Einhängen des Gestänges, sondern auch zu dessen Hebung, um durch den Stoss zum Durchbohren der Gesteine dienen zu können. Die Einrichtung des Bohrschwengels, der hölzernen Schlagfeder und des Rades, sowie sie zu Cossingen angewendet wurden, ist in Fig. 1, Taf. 7, dargestellt worden. Das Tretrad hatte 5,10 Met. ($16\frac{1}{4}$ F.) im Durchmesser und war 2,50 Meter (8 Fuss) im Lichten weit. Sechs Mann konnten inwendig und ebensoviel konnten auswendig bei dem Rade und zu dessen Bewegung angestellt werden. Der Bohrschwengel wurde durch vier Walzen, die zwischen zwei parallelen Scheiben eingelassen waren, so dass das Ganze das Ansehen eines Getriebes mit Triebstöcken hatte, gehoben. Zur Verminderung der Reibung waren die Walzen um Zapfen beweglich. Die aus übereinander gelegten Bretern bestehende Schlagfeder war unter dem Schwengel angebracht. Das Gestänge konnte bis auf 0,50 Met. (19 Z.) gehoben werden; es hing an einem Bügel mit Schraube *e*, so dass es, indem das Loch tiefer wurde, verlängert werden konnte. Die Figur enthebt uns einer specielleren Beschreibung *).

Gewöhnliches Verfahren bei dem Abbohren und eintretende Hindernisse. — Das eigentliche Abbohren besteht aus einer Reihe der folgenden Operationen:

1. Angriff des Bodens mit geeigneten Bohrstücken, die bei harten Gesteinen im Allgemeinen aus Meisseln und Kronenbohrern, bei weichen oder milden aus Schnecken- und Bodenbohrern und bei sandigem Boden, den man trennen muss, aus Meisseln mit Schneckenzunge besteht. Mit den Kolben und Meisseln zerbricht man das Gestein durch eine stossende oder schlagende Bewegung, welche darin besteht, das Gestänge 0,15 bis 0,70 Met. (6 bis 31 Z.), jenachdem diess die Umstände erfordern, zu heben und es, indem man es zu gleicher Zeit um seine Axe um eine Kleinigkeit dreht, wieder niederfallen zu lassen. Bei den Schnecken- und Bodenbohrern, sowie bei dem Sandbohrer und bei dem Krätzer, mittelst dessen man zuweilen Geschiebe herauszieht,

*) Die Abbildungen und Beschreibungen der von Herrn Kind angewendeten Bohrgerüste sind aus dem bereits oben näher angeführten Werke dieses geschickten Practikers entnommen worden.

lässt man den Bohrer mit seinem ganzen Gewicht auf den Boden des Bohrlochs fallen und wirkt dann drehend, d. h., indem man den Bohrer fortwährend um seine Axe bewegt.

2. Hebung und Emporziehung des Bohrers in mehr oder weniger langen Theilen, sobald auf dem Boden des Bohrloches soviel Bohrschmand vorhanden ist, dass dadurch die Wirksamkeit des Bohrers behindert wird.

3. Ausförderung des Bohrschmandes und der Bruchstücke mit Hülfe von Bohrlöffeln u. s. w.

In vielen Fällen muss auch das Einstürzen der Bohrlochstösse durch Aussetzen desselben mit Röhren verhindert werden. Endlich sind auch noch manche Hindernisse zu überwinden. Es kann ein Werkzeug in dem Loche, unter einem zufälligen Einsturz des Stosses, stecken bleiben; die Stangen können durch die stossende oder durch eine zu starke Drehung zerbrechen; es können fremdartige harte Körper auf den Boden des Bohrlochs fallen etc.

Wir beschäftigen uns zuvörderst mit dem gewöhnlichen Verfahren bei'm Abbohren.

Anfänglicher Durchmesser eines Bohrlochs. — Der Durchmesser, mit welchem man ein Bohrloch zu bohren beginnt, ist nach der projectirten Tiefe desselben, nach der Beschaffenheit des Bodens, den man durchbohren muss, und selbst nach dem Zweck, den das Bohrloch haben soll, verschieden.

Hat man es mit losen Massen oder Schichten zu thun und sieht man voraus, dass das Loch tiefer als 200 M. (etwa 640 F.) werden muss, so ist es zweckmässig, mit einem Durchmesser zu beginnen, der nicht weniger als 0,27 Met. (10 bis 11 Z.) beträgt, der aber im Allgemeinen unter 0,50 Meter (10 Zoll) ist. Die Nothwendigkeit eines bedeutenden anfänglichen Durchmessers wird dadurch bedingt, dass man, wie wir weiter unten näher sehen werden, mehrere Sätze Röhren einsenken muss, um Einbrüche der Bohrlochstösse zu verhindern. Nun vermindert aber jede Röhrentour den Durchmesser des Bohrlochs, welches, wenn es Springquellen zu Tage bringen soll, doch wenigstens 0,08 bis 0,10 Met. (3 bis 4 Z.), oder wenn Versucharbeiten für den Bergbau, für Baue, oder die Landwirthschaft, sein Zweck sind, wenigstens 0,05 bis 0,06 Meter (22 bis 27 Lin.) weit bleiben muss, wenn die Bohrarbeit ihr Ende erreicht hat.

Bohrungen, deren Zweck die Untersuchung des Bodens auf Steinkohlen oder andere nutzbare Mineralien, und wenn man überzeugt ist, dass das zu durchbohrende Gestein nicht brüchig und lose ist, müssen nie mit einem geringern Durchmesser, als 0,08 Met. (3 Z.) und wenn sie mindestens eine Tiefe von 50 Met. (160 F.) erreichen sollen, begonnen werden, und nur bei Bohrungen von sehr geringer Tiefe und im festen Gestein, ist eine Weite von 0,027 bis 0,05 M. (12 bis 22 Lin.) hinreichend. Uebrigens ist es einleuchtend, dass unabhängig von dem Vortheil, den ein weiteres Bohrloch dadurch gewährt, dass es stets tiefer niedergebracht werden kann, die aus einem solchen emporgebrachten Gesteinbruchstücke, auch eine genauere Kunde über die Beschaffenheit der durchbohrten Schichten gestatten.

Mit den blossen Armkräften kann man bis in eine Tiefe von 5 bis 10 Meter (16 bis 32 F.) bohren, welches gewöhnlich in kurzer Zeit und ohne Schwierigkeit bewerkstelligt werden kann. Ist man aber zu dieser Tiefe gelangt, so ist es zweckmässig, ein Bohrgerüst anzuwenden, welches zu der ganzen Bohrarbeit ausreichen muss.

Der Bohrer wird alsdann mittelst eines Seils an dem Bohrschwengel angehängt, sobald man durch den Stoss wirken will, oder er steht frei auf dem Boden des Bohrlochs, wenn man drehend durch eine stetige rotirende Bewegung wirkt.

Zur Bohrmannschaft wählt man gern kräftige Leute, die sowohl zum Drücken, als zum Heben und Drehen ohne Gefahr gebraucht werden können; der Bohrmeister ist der erste derselben und ihr Aufseher. Er wird meistens für vorfallende Fehler verantwortlich gemacht *).

Bei'm ersten Anfang reichen, einschliesslich des Bohrmeisters, drei Mann zum Betriebe hin. Einer hebt den Bohrer, während die andern denselben mit der durch den Kopf gesteckten Stange, oder mit dem angeschraubten Stangenbündel, Fig. 32, Taf. 3, nach jedem Stoss etwas umdrehen. Mit dieser Mannschaft kann man gegen 60 bis 70 Fuss tief niederkommen, und es wird die Zahl der Arbeiter hier weniger durch die Gestängschwere als dadurch bestimmt, dass man bei'm Anholen des Bohrers wenigstens einen Mann, sowohl bei der betreffenden Vorrichtung, als zum An- und Abschrauben des Seilwirbels, anstellen muss.

Obgleich bei tiefern Bohrlöchern die Bohrröhre (auch Bohrtaucher genannt) die Richtung des Loches sichern, so wird doch zuweilen, namentlich bei sehr weiten Bohrtauchern und mässig weit angesetzten Löchern, in der anstossenden Tiefe das Bohrgestänge stellenweise mit hölzernen, durch Ringe gebundenen, das Loch fast ausfüllenden, Leitungen oder Hülsen versehen. Diese ruhen auf dem Bunde der betreffenden Stange und zwingen das Bohrgestänge, genau in der Mitte des Loches zu bleiben und dessen lothrechte Richtung zu verfolgen; sie werden abgenommen, sobald man ohne dieselbe ferner einzuhalten glaubt.

Selbst wenn bereits durch Eindrehen der Schnecken- oder Boden- oder durch Anwendung eines Meisselbohrers, oder eines sonst hierzu geeignet gefundenen Instrumentes vielleicht 10 bis 12 Fuss tief abgebohrt ist, hat doch das Bohrgestänge noch ein so geringes Gewicht, dass man dasselbe namentlich dann mehr oder weniger beschweren muss, wenn man zum Fortsetzen der Arbeit sich des die Fallkraft des Bohrers vermindernden Schwengels zu bedienen hat. Man hängt oder legt zu diesem Zweck Gewichte an oder auf den Schwengelkopf und schraubt an das Gestänge eine Fallscheere an, welche auch dasselbe bei eintretendem Bruch der Bohrkette vor einem tiefern Einsinken sichert. Später dagegen, wenn eine grössere Tiefe erreicht und das Gestänge schwerer geworden ist, dient der Einfluss der Schwengelscheere zur Verminderung der Vehemenz des Falles von dem Gestänge und um das schnelle Zusammenstauchen oder Brüche zu vermeiden.

Die Folgen des Stauchens machen sich vorzüglich und zunächst an den Schrauben bemerkbar; sie arbeiten sich hierdurch etwas ab und müssen nach Verlauf einiger Zeit fester und fester zusammengedreht werden, bis dies, selbst nach Umwickelung der Gänge mit feinen Hanf- und Flachsfasern, nichts mehr hilft und man das Schraubengewinde im Feuer stauchen und nachschneiden muss. Zum Einschmieren der Gewinde, mit dem man nicht sparsam seyn darf, bedient man sich des Baumöls.

Mit zunehmender Tiefe des Loches muss die Mannschaft am Bohrschwengel vermehrt werden. Als Erfahrungssatz in dieser Beziehung rechnet man für ungefähr 80 Fuss Tiefenzunahme 1 Mann, so dass am Schwengel:

*) Die Bemerkungen über das Bohrpersonal sind grösstentheils Zusätze des Verfassers. B.

3	Arbeiter	für	eine	Tiefe	von	70	bis	160	Fuss,
4	—	—	—	—	—	160	—	240	—
5	—	—	—	—	—	240	—	320	—
6	—	—	—	—	—	320	—	400	—
7	—	—	—	—	—	400	—	480	—
14	—	—	—	—	—	960	—	1040	— u. s. w.

bei regelrechtem Arbeitsgange zureichen.

Diese Mannschaft ist im Stande, bei einem Gestänge von mittlerer Stärke von $\frac{5}{4}$ Zoll in der Minute gegen 42 Schwengelanhübe mit 9 bis 10 Zoll Bohranhub zu verrichten. Nach einer Hitze von etwa 84 bis 105 Schlägen, also nach Verlauf von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Minuten, wird 1 bis $1\frac{1}{4}$ Minute geruhet, sodass $\frac{1}{3}$ der ganzen Schichtzeit bei'm Ausruhen, exclusive der gewöhnlich für Morgen- und Mittagsbrod gestatteten Zeit, verloren geht. Werden bei grösserer Tiefe 1 bis 2 Mann mehr oder weniger an den Schwengel gestellt, so ändert sich die Zahl der Schläge im geraden Verhältniss der Mannschaftszahl.

Aufziehen des Bohrgestänges. Wenn die Bohrwerkzeuge oder das Bohrloch mit Bohrschmand angefüllt sind, so muss man das Gestänge in die Höhe ziehen. Man hängt es mittelst des Stangenhakens oder Schlüssels, Fig. 27 und 29, Taf. 3, an das Ende des Seils, welches sich um den Haspel, oder um die Winde oder das Triebrad wickelt. Durch die auf die Hörner des Haspels, oder auf das Tretrad wirkenden Menschenkräfte, werden von dem Gestänge soviel Theile emporgehoben, als es die Höhe des Bohrgerüstes gestattet. Einer von den Bohrarbeitern legt alsdann eine Fallscheere unter den Bund und man lässt den darunter befindlichen Theil des Gestänges wieder in das Loch hinabfallen, indem er durch die Fallscheere in dem Bohrloch hängend erhalten wird. Man schraubt den über Tage befindlichen Theil des Gestänges mit einem Bohrschlüssel los, stellt den untern Theil desselben mit der Mutter auf ein möglichst reines Bret und befestigt es auch oben an dem Bohrgerüst. Darauf hängt man den Haken oder Ring oben von dem Gestänge ab und zieht ihn mittelst des Seils *e*, Fig. 1, Taf. 4, nieder. Darauf hängt man den Ring an einen andern Theil des Gestänges, indem man die Schraube desselben an das Gewinde des obern Endes schraubt und auf gleiche Weise wie mit der erstern verfährt. Man fährt auf diese Weise fort, bis dass der ganze Bohrer aus dem Loche gezogen ist. Statt das Gestänge in dem Bohrloch an einem Stangenschlüssel aufzuhängen, bedient man sich auch oft des Schraubengriffs, Fig. 32, Taf. 3, den man quer über den Boden legt. Man öffnet die Schliesse *b*, um den Bohrer emporzuziehen und verschliesst sie unter einem Bunde, um den Bohrer aufgehängt zu erhalten. War das angewendete Bohrstück ein Bodenbohrer oder ein Löffel, so gelangt es fast immer mit Bruchstücken des durchbohrten Gebirges in die Höhe und diese bilden in dem Innern der Instrumente eine feste Masse, die man mit dem Krätzer herausmacht.

Reinigung des Bohrlochs, oder Ausförderung des Bohrschmandes. — War das angewendete Bohrstück ein Meissel- oder irgend ein anderer Bohrer, so muss der Bohrschmand aus dem Loche herausgeschafft werden. Diese Ausförderung kann mit einem mehr oder weniger verschlossenen Löffel geschehen, sobald das Bohrmehl im Wasser — dessen Anwesenheit im Bohrloche nothwendige Bedingung für das Löffeln, wie für das Bohren ist, da Gestein in Pulvergestalt sich nur schwer aus dem Bohrloche bringen lässt — auflöslich ist und einen Teig von einiger Consistenz bildet.

Man schraubt den Löffel, dessen man sich bedienen will, statt des Bohrstücks, welches man emporgezogen hat, an das Gestänge und lässt dasselbe in das Loch hinab, indem man die vorher auseinandergeschraubten Theile des Gestänges wieder miteinander verbindet. Ein Arbeiter steigt das Gerüst in die Höhe und befestigt an dem obern Gewinde der verschiedenen Theile des Gestänges, welche zur Verlängerung des Bohrers dienen, ein Oberstück oder einen Stangenhaken. Ist ein neuer Theil des Gestänges auf den in dem Bohrloch steckenden, der auf dem Schlüssel ruht, aufgeschraubt, so hängt man ihn oben an's Zugseil, nimmt den Schlüssel weg und lässt ihn langsam hinabsinken, indem man die beschleunigte Geschwindigkeit, welche das Gewicht des Gestänges veranlasst, durch Aufhalten des Haspels mittelst der Hörner, oder mittelst der Bremse vermindert u. s. w.

Ist der Löffel auf den Boden des Lochs gelangt, so hebt man das Gestänge einige Male, so dass sich jener füllt und zieht es dann, auf dieselbe Weise, wie bei einem Bohrstück, in die Höhe. In thonigem und selbst kalkigem Boden muss man lange Schmandlöffel anwenden, die sich vollständig füllen, um das Loch bei einer Fahrt zu entleeren.

In sandigem Boden, der mit dem Wasser keinen Teig oder Schmand bildet, wohin auch die Sandsteine gehören, würde sich ein langer Löffel nicht füllen. Man senkt alsdann einen kurzen Löffel in das Loch hinab und darauf einen Löffel mit Ventil, und in sandigem Boden und schwimmendem Sande beginnt man sogar die Arbeit mit diesem Instrument. Wir kommen auf diese Art des Löffels zurück.

Die Löffel mit Ventil, Fig. 23 oder Fig. 24 und 25, Taf. 3, können zwar mit dem Gestänge in das Bohrloch eingebracht werden; allein man kann ihn auch, und dies geht leichter und schneller, mittels eines Henkels, wie Fig. 24, an das Ende eines um den Rundbaum eines Haspels gewickelten, schwachen Seils einbringen. Die Füllung des Löffels wird durch eine schwingende Bewegung in dem Bohrschmande, welcher den untern Theil des Loches anfüllt, bewerkstelligt *). In dünnen Bohrschmand dringt der auf diese Weise eingebrachte Bohrlöffel leicht ein und bedarf oft keiner weitern Beschwerung; bleibt dagegen das Bohrmehl fest auf der Lochsohle liegen, so muss man, weil dann der Schmandlöffel an sich nicht genug Gewalt besitzt, 2 bis 3 Bohrstangen zu Hülfe nehmen und an deren oberste das Löffelöhr des Seils anschrauben. Durch mehrmaliges Aufziehen und Fallenlassen des Löffels arbeitet sich dieser mit geöffnetem Bodenventil in das Bohrmehl ein; bei'm Heben desselben schliesst sich das Ventil, und der Löffel bringt seine Füllung an den Tag. Findet aber bei'm Aufziehen, indem sich der Löffel in zu steifem Bohrschmande festsetzte, durch Füchse im Bohrloche oder sonst eine Hemmung statt, zu deren Beseitigung das Löffelseil nicht Stärke genug besitzt, so kann dasselbe im unglücklichen Falle, bei zu starker Anspannung reissen und den Löffel im Loche zurücklassen, was man bei'm Löffeln mit der ganzen Bohrstange, selbst bei bedeutenden Hindernissen, nicht so leicht zu befürchten hat.

Das Löffeln muss so lange fortgesetzt werden, bis das Instrument auf die reine Lochsohle trifft; die Hand am Löffelseil oder an der Stange wird dies gewahr, und

*) Das nun Folgende, bis zu den Bemerkungen über das Bohrjournal, ist ein Zusatz des Uebersetzers, wie mehrere andere Zusätze, entlehnt aus dem schon mehrmals erwähnten Artikel von Herrn Fischer in der Maschinen-Encyclopädie. H

ausserdem macht sich der Bohrmeister stets an jenen beiden ein bei weiterm Abbohren ebenfalls fortrückendes, den Stand im Tiefsten angebendes Zeichen. Vor jedem Einhängen des Löffels in's Loch muss das Bodenventil in der im Bohrhause aufgestellten Wasserkufe sorgfältig gereinigt und zum richtigen Gange und Schlusse gebracht werden.

Wir müssen hier noch einige Bemerkungen über das Ausfördern von Salzsoole und sonstigen Mineralwassern, wenn dieselben durch Bohrlöcher aufgesucht werden, wie es bei erstern jetzt häufig der Fall ist, machen. Man bedient sich dazu eines Soollöffels, der ebenfalls aus einem blechernen, wasserdichten Cylinder besteht und am untern Ende entweder mit einem, in Leitungen gehenden Ventile, oder, statt dessen, unter Wegfall der Leitungen, mit einer für gewöhnlich durch den Korkstöpsel verschlossenen Oeffnung versehen ist. Die Leitungen ragen unten gegen die Löffelhöhlung etwas hervor und sind daselbst mit einem Gewichte beschwert. Stösst dessen Spitze auf die Soole des Lochs, so schieben sich die Leitungen aufwärts, und die Soole kann durch das hiermit geöffnete Loch eintreten; nach erfolgtem Aufgange des Löffels, dessen Ventil durch jenes Gewicht sicher zum Schlusse gelangt, kommt die Soole, bei richtiger Construction des Ventils, rein an den Tag.

Obgleich es nothwendig ist, vor einem derartigen Löffeln das Bohrloch möglichst von allem Bohrschmande zu befreien, so lässt sich dies doch, besonders bei stattfindendem Sandzudrange, nicht immer ermöglichen; dann klemmen sich aber obige Leitungen leicht fest, und der Löffel kommt leer, statt gefüllt, zurück. Für solche Fälle und wenn man an einem besondern Puncte des Bohrlochs von einer daselbst zudringenden Flüssigkeit eine Probe entnehmen will, ist die Verschliessung des Löffels durch einen Stöpsel oder eine Feder besser; jener, wie diese, wird mit einem bis zu Tage reichenden Bindfaden in Verbindung gebracht und, durch dessen Anziehen an der betreffenden Stelle des Loches, geöffnet. Das vom Löffel Aufgenommene kommt unter solchen Umständen, da der Stöpsel nicht wieder eingebracht werden kann, oder wenn die Feder am Schlusse gehindert ist, freilich nicht so rein zu Tage aus.

Bohrt man in festem Gestein, so richtet man es gern so ein, dass zu Ende jeder Schicht ein frischer Bohrer angeschraubt und gelöffelt wird. Regel ist es übrigens, weder den Löffel, noch irgend eins der Bohrinstrumente während der Ruhezeit auf der Sohle des Loches aufruhen zu lassen. Für kürzere derartige Pausen hebt man das Gestänge um mehrere Fuss und für längere gänzlich aus dem Loche aus, um, sollte während derselben etwas im Loche vorfallen, das Gestänge in Sicherheit zu wissen.

Bohrregister und Kasten mit Proben des Bohrmehls und der erbohrten Gesteinbruchstücke. — Der Bohrmeister oder der beaufsichtigende Beamte legt die aus verschiedenen Tiefen des Bohrlochs erhaltenen Bruchstückchen des Gesteins und Bodens in einen Kasten mit numerirten Abtheilungen und bemerkt die Beschaffenheit des Gebirges in dem Bohrregister, Bohrjournal oder Tagebuch, indem er auf die Stückchen in dem Kasten verweis't. Zugleich bemerkt er alle bei dem Bohren vorgekommenen Ereignisse und Umstände.

Es ist sehr wesentlich, in dieser Beziehung in sehr genaue Details einzugehen, welche in der Folge viel Belehrung über die Beschaffenheit des Gebirges geben und selbst die weitere Bohrarbeit erleichtern können *).

*) Das Muster eines guten Bohrjournals ist in der speciellen Beschreibung des Bohrbetriebes in der Nähe der Saline Artern in Thüringen, vom Hrn. Berghauptm. v. Dechen, in Karsten's Archiv, Bd. XII, S. 39 etc. enthalten. H.

Zur Gewinnung von Gesteinsproben, um sich von dem, was im Bohrloche ansteht, genauer zu überzeugen, als es durch Einsicht des Bohrmehles möglich ist, muss ein gleichzeitiges Bohren und Löffeln angestellt werden. Als bestes Instrument hierzu hat sich der Kronenbohrer mit einem Eisenschälchen, welches im Mittelpunct seiner Schneiden angehängt ist, bewiesen. (Siehe Fig. 12, Taf. 7). Vor seinem Gebrauche bohrt man mit solcher Weite vor, dass das genannte Schälchen gerade eingeht; schlägt dann den Kronenbohrer auf die rundum stehende Gesteinsbrust, so fallen kleinere und grössere Brocken in das Schälchen und kommen, von diesem geborgen, glücklich an den Tag*).

Kosten des Stangenbohrens**). — Sie richten sich nothwendiger Weise sowohl nach dem Zwecke der Unternehmung, als nach den Gebirgs- und Localverhältnissen, welche da, wo die Bohrarbeiten vorgenommen werden sollen, stattfinden, und können desshalb eben so verschiedenartig, als jene, ausfallen.

Nachstehende Angaben sind auf Erfahrungssätze gestützt, welche mehrere sehr grossartige Bohrunternehmungen in Sachsen geliefert haben.

Was zunächst die Hülfsbaue — Bohrgerüste, Bohrhaus mit Thurm, Schacht, Lehrröhre, Schwengel, die Vorrichtung zum Hängen und Anholen des Bohrgestänges — sowie Seile und Rammmaschine betrifft, so kosten sie bei Bohrlöchern, welche bis gegen 100 Fuss Tiefe erhalten, ziemlich constant gegen 30 Thaler. Bei Löchern von grösserer Tiefe, als 100 Fuss, weis't die Formel

$$30 + 0{,}9\,(A - 100) + 0{,}0004\,(A - 100)^2,$$

in welcher A die Tiefe des Bohrloches in Fussen andeutet, die Kostensumme in Thalern nach, so dass z. B.

für eine Tiefe von 200 Fuss der Aufwand 134 Thlr.
— — — — 300 — — — 226 —
— — — — 400 — — — 336 —

beträgt.

Bei'm Bohrgezäh, den Bohrstangen und Bohrinstrumenten, sind es die erstern, die die meisten Kosten verursachen. Eine Bohrstange von der mittlern Stärke von $\frac{5}{4}$ Zoll wiegt, bei 14 Fuss Länge, gegen 65 Pfd. und kostet gegen 6 Thlr. Man rechnet hierbei gegen 57 Pfd. Eisen und 3 Thlr. 13 Gr. zu den 13 Fuss nur gerade gehender Bohrstangenlänge, 6 Pfd. Eisen und 1 Thlr. für die Mutter nebst Arbeit, 4 Gr. für das Anschweissen der Mutter, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Pfd. Eisen und 12 Gr. für den Bund nebst Anschweissen und 10 Gr. für Schraubenschneiden und Stangenrichten.

Hiernach kostet 1 Fuss Stange

von 1 Zoll Stärke etwa 8 Gr. — Pf.
— $\frac{5}{4}$ — — — 10 — 6 —
— $1\frac{3}{4}$ — — — 16 — 9 —

Der Aufwand für die Bohrinstrumente beträgt für Bohrlöcher bis gegen 200 Fuss Tiefe 36 bis 40 Thlr. Man reicht hier mit 1 Umsetzkrückel, 2 Bohrmeisseln,

*) Zusatz des Uebersetzers. H.

**) Hr. Combes hat unter diesem Rubrum nur die specielle Kostenberechnung einer zu Autun im Saône u. Loire-Dep. im Steinkohlengebirge ausgeführten Bohrarbeit mitgetheilt, weshalb wir es vorziehen, aus dem oft erwähnten Artikel: Abbohren der Maschinen-Encyclopädie, die allgemeineren, sich auf deutsche Verhältnisse beziehenden Angaben aufzunehmen. H.

1 Büchse, 1 Kronenbohrer, 2 Löffeln, 1 Krätzer, 1 Abfang- und 1 Fallenfangscheere nebst 3 Schlüsseln aus. Allgemein hat der Werth

0,6 A Thaler

sehr genau den Kosten für das Bohrgezäh bei einem A Fuss tiefen Bohrloche entsprochen.

Die Arbeitslöhne der Bohrarbeiter und des Setzers sind zu abhängig von den Ortsverhältnissen, um sie anders, als möglich allgemein, anzugeben. In dem oben, unter 1, 2 über das eigentliche Abbohren Angeführten ist daher schon die Mannschaftszahl am Bohrschwengel für verschiedene Lochtiefen bezeichnet, und es bleibt hier blos noch nachzuweisen übrig, wieviel Lochtiefe in verschiedenen Gebirgsarten in einer gewissen Zeit hergestellt werden kann. Zu diesem Ende muss zuvörderst die auf Nebenbeschäftigungen zu rechnende Zeit ermittelt werden, in welcher Beziehung erfahrungsmässig von der 12stündigen Schichtzeit für A Fuss Lochtiefe und Gebrauch eines besondern Löffelseiles

0,20 A Minuten zum Ausziehen des Gestänges,
7,5 A — — Anschrauben des Löffels und Einhängen desselben,
0,10 A — — Anholen des Löffels und
0,08 A — — Wiedereinhängen des Gestänges und ausserdem $1\frac{1}{4}$ Stunden wegen Morgen- und Mittagsbrod abgehen, so dass von jener Zeit nur 10,625 bis 0,004833 A Stunden zum eigentlichen Bohren übrig bleiben und, wenn in γ Stunden 1 Fuss gebohrt wird, in einer Schicht das Bohrloch um $a = \frac{1}{\gamma}$ (10,625 — 0,004833 A) Fuss an Tiefe zunimmt.

Aus dieser Gleichung lässt sich auf die Zeit t oder die Anzahl der Schichten oder halben Tage schliessen, die zu einem Loche von bestimmter Tiefe nothwendig sind. Man erhält nämlich

$$t = \gamma \cdot 476{,}3968\ [3{,}3420821 - \log\,(2198{,}275 - A)],$$

so dass ein Loch

von 100 Fuss Tiefe $\gamma \cdot$ 9,633
— 200 — — $\gamma \cdot$ 19,736
— 300 — — $\gamma \cdot$ 30,357
— 400 — — $\gamma \cdot$ 41,551

12stündige Schichten verlangt, deren Bezahlung, mit Rücksicht auf die Localverhältnisse, leicht zu bestimmen ist.

Wird nur mit 4 bis 6 Zoll Weite gebohrt, so ist

γ = 23 bis 32 bei sehr festem Gesteine, als Gneus und Granit;
= 20 bis 29 bei Kalkstein, Sandstein, Thonschiefer mit Quarz u. s. w.;
= 14 bis 23 bei reinem Thonschiefer, Schieferthon, Stinkstein;
= 8 bis 17 bei festem Schieferletten, mildem Sandstein, Gyps mit Salzthon;
= 2 bis 11 bei Salzthon, verhärtetem Mergel u. dergl.;
= 1 bis 4 bei weichem Thone.

Sowie γ unter 4 herabgeht, muss in der 12stündigen Schicht mehr auf einmal gelöffelt werden, namentlich dann, wenn der Bohrschmand sich nicht im Wasser zertheilt; dann sind obige Formeln nicht mehr gültig.

Die Kosten der Röhren stehen im geraden Verhältnisse der Röhrendurchmesser. Von $4\frac{1}{2}$ Zoll weiten eisenblechernen, trichterartig ineinander gesteckten und

durch Schrauben und Nieten verbundenen, $\frac{3}{16}$ Zoll wandstarken Röhren kostet 1 Fuss Länge nahe 1 Thlr. 18 Gr. — Von einer 5 Zoll weiten, aus $\frac{1}{8}$ Zoll starkem gewalzten Eisenblech gefertigten Röhre, von der die einzelnen Stücke 4 Fuss lang an den Nähten genietet und mit Hartloth gelöthet, die Wechsel aber durch $9\frac{1}{2}$ Zoll hohe Bundringe, welche durch 16 Schrauben mit versenkten Köpfen mit den Röhren verbunden und mit Blei und Zinn vergossen sind, verwahrt werden, kostet der laufende Fuss 2 Thlr. 16 Gr., wovon $\frac{3}{5}$ auf Materialkosten, $\frac{2}{5}$ auf Arbeitslohn kommen. Eine Doppelröhrentour mit übereinander greifenden Wechseln, $2\frac{7}{8}$ Zoll weit, aus gewalztem Eisenblech von $\frac{25}{32}$ Zoll Stärke, mit einem Zwischenraume von ungefähr einer Linie, welcher durch Zinn und Blei ausgegossen wird, kann, wenn die Röhren an der langen Naht auf 3 Fuss 26 Nieten erhalten, mit 1 Thlr. 26 Gr. für den laufenden Fuss gefertigt werden.

Das Senken derselben hängt von so vielen Umständen ab, dass sich die betreffenden Kosten im Voraus nicht gut angeben lassen.

Die Schmiedekosten endlich betragen in der 12stündigen Schicht, wenn man mit gut eingerichteten Bohrstangen und den nöthigen Instrumenten versehen und die Schmiedewerkstatt unmittelbar bei'm Bohrloche gelegen ist, so dass keine Traglöhne erwachsen, etwa 15 Gr. 5 Pf.

Bohrarbeiten in festem, nicht rölligem Gebirge sind mehr oder weniger kostbar, je nach der Härte der zu durchbohrenden Schichten; allein sie sind selten von Hindernissen begleitet, sobald sie mit der erforderlichen Aufmerksamkeit ausgeführt werden. Diese besteht zuvörderst darin, dem obern Theile des Bohrloches eine recht genaue, senkrechte Richtung zu geben, die man alsdann sehr leicht beibehalten kann. Hindernisse können nur durch mangelhafte Aufmerksamkeit und Sorgfalt bei dem Abbohren herbeigeführt werden; z. B., wenn man bei'm Drehen ein Instrument zerbräche, indem es gegen ein Hinderniss träte; wenn man die Stangen durch Zurückdrehen auseinander schraubte, wenn die Verbindung durch Schrauben stattfindet; wenn man bei'm Anholen und Fallenlassen des Gestänges auf die Bohrlochssohle das Bohrstück, Stücken Eisen, oder einen anderen harten Körper fallen liesse. Ist übrigens das Gebirge fest und das Loch regelmässig, so lässt sich das abgebrochene und in dem Loche stecken gebliebene Stück des Bohrers, oder der darin gebliebene oder hineingefallene fremdartige Körper, durch die beschriebenen Instrumente, leicht wieder herausschaffen.

Gebirge, die schwer zu durchbohren sind. — Bedeutende Hindernisse kommen von losen Massen, die man zu durchbohren hat, und die stets in das gemachte Loch hineinstürzen, von einer unregelmässigen Consistenz und von der Structur der zu durchbohrenden Bänke, von einer ausserordentlichen Härte des Gesteins und von einer sehr bedeutenden Tiefe des Bohrlochs. Sand, der sehr lose oder oft ganz schwimmend ist; Schichten von Mergel und weichem Thon, die sich unter dem Drucke der obern Schichten zusammendrücken und das Loch verengen; harte Massen in kleinen Stöcken oder Putzen oder in Nieren, wie z. B. Kieselgeschiebe in den tertiären Süsswasser- und Kreideschichten, die Eisensteinsnieren in den Schieferthon-Schichten des Steinkohlengebirges u. s. w., erfordern die Anwendung besonderer Mittel. Wenn diese viele Hindernisse darbietenden Schichten in der Nähe der Gebirgsoberfläche vorkommen, wenn sie eine geringe Mächtigkeit haben und nicht wasserhaltig sind, so ist es im Allgemeinen zweckmässiger, sie mittelst eines seigern Schachts zu durchsinken, auf dessen Sohle man das Bohrloch beginnt. Hat dieser Schacht eine Tiefe von 18 bis

20 Met. (50 bis 60 Fuss) erreicht und man kommt auf kein Wasser, so könnte man das Bohrgerüst durch einen einfachen Hornhaspel über dem Schacht, oder durch eine senkrechte Erdwinde, die in einer geringen Strecke davon liegt und durch eine Leitrolle über dem Schachte, ersetzen. Wendet man ein gewöhnliches Bohrgerüst an, so wird die Länge der Stangentheile, die auf einmal losgeschraubt werden können, um die ganze Tiefe des Schachtes vermehrt werden, wodurch bei tiefen Bohrarbeiten sehr viel an Zeit erspart wird.

Bekleidung des Bohrlochs mit fettem Thon, um das Einstürzen zu verhindern. Bei wenig tiefen Bohrlöchern von einem geringen Durchmesser von 0.06 bis 0,08 Met. (27 bis 36 Lin.), die blos zur Untersuchung des Bodens dienen, und die deshalb nicht lange offen erhalten zu werden brauchen, gelangt man oft dahin, lose Schichten durchsinken und das Bohrloch auf einige Zeit in der Mächtigkeit dieser Bänke dadurch fest machen zu können, dass man es mit Thon oder Letten ausschmiert. Hat man die lose Schicht auf eine geringe Höhe durchsunken, so zieht man den Bohrer zurück, wirft Stücken von fettem Thon, der zu einer consistenten Masse durchgeknetet worden ist, hinein, und zwar in solcher Menge, dass das Loch davon bis über die lose Schicht hinaus ausgefüllt wird. Darauf stampft man den Thon mit der Bohrkeule, die einen flachen Kopf und einen etwas geringern Durchmesser, als das Bohrloch, hat, fest und durchbohrt den Letten mit dem gewöhnlichen oder, besser, mit dem in Fig. 21, Taf. 3, abgebildeten Bodenbohrer. Nachdem das Loch wieder ausgebohrt worden ist, bleibt ein Lettenüberzug zurück, wodurch seine Wände fest werden und nicht einstürzen.

Das Verletten wird oft mit geringerer Sorgfalt ausgeführt, indem man die lose Schicht blos mit einem Bohrer drehend durchbohrt, den man mit ziemlich festem Thon angefüllt hat. Bei tiefen Bohrungen reicht aber das Verletten der Löcher nicht hin, sondern man muss sie mit Röhren aussetzen, die man in die losen Schichten eintreibt.

Aussetzen des Bohrlochs in losen Schichten mit Röhren. Ehedem wendete man viereckige hölzerne Lutten an, die unten mit einem scharfen eisernen Schuh versehen waren, und die man mit einer Ramme, wie Pfähle, in das Gebirge eintrieb. Jetzt gebraucht man fast nur runde blecherne Röhren, deren äusserer Durchmesser etwas geringer, als der des Bohrlochs, ist, und die man gewöhnlich drehend einführt. Jedoch ist die Blechstärke bedeutend genug, um nicht einige Rammschläge darauf führen zu können, ohne dass sie dadurch zerdrückt würden, sobald sie auf ein Hinderniss stossen, oder wenn der Seitendruck zu bedeutend wird, um ihn mit den Händen überwinden zu können.

Blecherne Röhren. Die Figg. 1, 2, 3 und 4, Taf. 8, stellen Röhren zum Aussetzen der Bohrlöcher, die Art und Weise ihrer Zusammenfügung und die zu ihrer Bewegung erforderlichen Werkzeuge dar. Die Röhren müssen aus dem besten weichen Eisenblech, welches gar keine Risse hat, bestehen, und ihre Stärke muss mit ihrem Durchmesser zunehmen. Degousée stellt darüber das Folgende als ein allgemeines Anhalten auf:

Für 0,33 Met. (12½ Z.) Durchmesser soll die Blechstärke 0,005 M. (2¼ Lin.) betragen
— 0,25 — (8½ -) — — — — 0,003 — (1,37 -) —
— 0,15 — (5¾ -) — — — — 0,002 — (1 -) —

Jedoch gebraucht man selten Röhren unter 0,19 Met. (7½ Z.) Durchmesser.

Die Röhren werden aus 2 Met. langen Blechtafeln angefertigt, die man kalt über einer Walze biegt, dann durch einen Probering zieht, und deren Kanten 4 bis 5 Cent.

(18 bis 22 Lin.) übereinander greifen. Diese Längenfuge wird mittelst Nieten von weichem Eisen vereinigt. Dieselben stehen 4 bis 5 Centim. ($1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll) auseinander, und ihre Köpfe sind in- und auswendig sehr flach abgerundet, so dass sie nirgend bedeutend hervorstehen und sie weder an den Rauhheiten der Ortsstösse hängen bleiben können, nach das Bohrgestänge irgend ein Hinderniss bei seinem Auf- und Niedergange finden kann.

Die verschiedenen Röhrstücken werden mittelst Schnauzen oder Bunde von Blech und durch kleine Schraubenbolzen mit sehr flachen Muttern, Fig. 1 u. 2, miteinander vereinigt. Bei dieser Verbindung muss man dahin sehen, dass die eine Röhre genau auf der andern steht, indem der Bund oder die Muffe zuvörderst mit Nieten an die untere Röhre befestigt wird. Die Muffe und das untere Ende der obern Röhre sind übrigens mit einer Reihe von Löchern versehen, die sich genau decken und die kleinen Schraubenbolzen *b*, Fig. 2, aufnehmen. Bei der Verbindung der Röhren bringt man die untere, mit der Muffe versehene, in eine senkrechte Stellung unter das Bohrgerüst; die obere Röhre zwängt man in den Hals (Röhrenbündel), Fig. 3, und hebt sie mittelst eines in den Ringen *d, d* an der Peripherie des Halses angebrachten Seiles. Darauf bringt man die obere Röhre in die Muffe und dreht sie so lange um sich herum, bis sich die Löcher in beiden decken. Man schraubt die Mutter *e* von einem Verbindungsbolzen los, hängt diesen mittelst des Hakens an seinem Ende an einen Bindfaden und lässt ihn in's Innere der obern Röhre hinab. Ein unten stehender Mann fast den Bindfaden mittelst eines kleinen krummen Hakens, indem er denselben durch ein's der Löcher in der Muffe und Röhre steckt, und zieht den Bolzen mittelst seines Hakens auch durch dasselbe. Darauf wird die Mutter auf das Ende des Bolzens geschraubt, fest angezogen, das Ende mit einer Säge abgeschnitten und vernietet. Sind auf diese Weise alle Schraubenbolzen auf der ganzen Peripherie angebracht, so sind beide Röhren sehr genau und fest miteinander verbunden. Gewöhnlich vereinigt man schon drei Röhren in der Werkstatt, so dass sie Theile von 6 Met. (18 bis 19 Fuss) Länge bilden, welche die Höhe der bei gewöhnlichen Bohrungen angewendeten Gerüste nicht übersteigen.

Es ist diese Verbindung mit Schraubenbolzen die von Hrn. Degousée angewendete und beschriebene. Viele andere Bohrmeister, und unter ihnen auch Hr. Kind, wenden Niete an. Man muss alsdann in die Röhren einen eigenthümlichen Apparat einbringen, um im Innern derselben die Nietköpfe bilden zu können. Die Fig. 5, Taf. 8, stellt den Apparat dar, den Hr. Kind bei der Bohrarbeit zu Cossingen angewendet hat.

Er besteht aus zwei Stücken Eisen *a, a*, von halb cylindrischer Form und von 0,11 Met. (8 Zoll) Höhe. Jedes Stück sitzt an einer Stange von 0,60 Met. (2 Fuss) Länge, und beide sind oben mittelst eines Charniers *c* verbunden. Die eine Stange verlängert sich über dieses hinaus und endigt in ein Schraubengewinde, so dass das Instrument mit dem Bohrgestänge verbunden werden kann. Zwischen die halbcylindrischen Stücke *a, a* tritt ein Keil *e*, der ebenfalls mit einer Stange versehen ist, die, mittelst ihres Schraubengewindes, mit einer andern Bohrstange verbunden werden kann. Nachdem nun schon ein Theil der Röhren in das Bohrloch eingebracht und mittelst des hölzernen Halses, Fig. 4, Taf. 8, in demselben aufgehängt worden ist, steckt man die anzunietenden Röhren in die Muffe der obersten von jenen und dreht sie, so dass die Löcher beider aufeinander treffen. Darauf hängt man, mittelst einer an dem Zugseile hängenden, zweckmässig langen Bohrstange, das Instrument in die Röhre, und zwar so,

dass die Stücken *a, a* an den Nietlöchern liegen. Darauf treibt man den Keil *e*, der an dem Seile des Bohrlöffels aufgehängt worden ist, zwischen die beiden Stücke, so dass dieselben fast den ganzen Raum in der Röhre ausfüllen, steckt die Niete in die Löcher, deren innere Enden gegen die Stücke *a, a* treten und vernietet sie ausserhalb mit Hammerschlägen, so dass die Köpfe zu gleicher Zeit auf beiden Seiten gebildet werden.

Zum Aussetzen von Soolbohrlöchern wendet man auch wohl doppelte Röhren an, so, z. B., bei der tiefen Bohrung zu Artern. Das angewendete Blech ist schwächer, als bei einfachen Röhren *). Die innere und die äussere greifen auf die Hälfte übereinander, so dass sie sowohl auswendig, als inwendig gar keine Absätze erhalten, so dass sie ferner viel leichter niederzubringen sind, auch in vorkommenden Weitungen (wie in den Schlotten des Thüringer Gypses) weit mehr Steifigkeit erhalten und bei grossen Tiefen weit weniger der Gefahr des Auseinanderreissens ausgesetzt sind.

Zu Artern wurden die fertigen Röhren in hölzernen Kasten in verdünnte Schwefelsäure gelegt (bestehend aus 1 Th. Schwefelsäure von 1,85 spec. Gew. und 3 Th. Wasser), 12 Stunden lang gebeizt, dann mit reinem Wasser abgewaschen, mit Sand gescheuert und nun sofort der Verzinnung übergeben, welches in eisernen Pfannen geschah. Dss Zinn wurde mit einem Zusatze von $\frac{1}{3}$ Blei unter einer Talgdecke eingeschmolzen und die Röhren vor dem Einbringen in die Pfanne mit Zinn bestrichen. Dieselben blieben 10 bis 15 Minuten darin liegen, und sogleich nach dem Herausnehmen wurden sie mit einer hanfenen Bürste abgerieben, um das Zinn so gleichförmig, als möglich, über die Oberfläche zu vertheilen. Die weitern Röhren wurden in- und auswendig verzinnt, um sie auch auf der äussern Seite gegen die Einwirkung des Rostes zu sichern; die engern Röhren wurden dagegen nur auswendig verzinnt.

Bei'm Zusammensetzen der einzelnen Röhren wurde eine der engern senkrecht auf eine Lehre aufgestellt, deren Kopf stark mit Lehm belegt war, um bei'm Ausgiessen die Metallmischung zu halten, und über dieselbe wurde nun eine weitere Röhre so herübergezogen, dass sie gerade zur Hälfte ineinander steckte und jede mit der Hälfte aus der andern hervorragte. Um denjenigen mittlern Theil, wo die beiden Röhren ineinandersteckten, wurde ein Feuerkorb gelegt, welcher aus zwei halbcylindrischen Stücken bestand, und mit Holzkohlen so lange erhitzt, bis das an die Röhre gehaltene Loth schmolz. Alsdann wurde der Zwischenraum zwischen beiden Röhren mit einem Metallgemische, theils aus zwei Theilen Blei und 1 Theil Zinn, theils aus gleichen Theilen Zinn und Blei bestehend, ausgegossen. Nachdem auf diese Weise zwei Röhren verbunden waren, wurde noch eine dritte auf dieselbe Weise hinzugefügt, welche eine laufende Länge von 6 Fuss Röhrentour darstellen.

Die Verbindung dieser 6 Fuss langen Röhrenstücken zu 12 und auch zu 18 F. langen Stücken wurde, bei horizontaler Lage derselben, auf einem Gestelle ausgeführt, Derjenige Theil der Röhren, welcher ausgegossen werden sollte, wurde mit feinem, trocknem Sande ausgefüllt, von aussen in die äussere Röhre ein kleines Loch geschlagen, ein Feuerkorb zur Erhitzung umgelegt und dann das flüssige Metallgemisch durch dieses Loch eingegossen.

*) Zusatz des Uebersetzers, aus dem oben angeführten Aufsatze des Hrn. v. Dechen in Karsten's Archiv XII., 39 etc.

Bei dieser Arbeit wurde besonders darauf geachtet, dass die Röhren genau eine und dieselbe Axenrichtung erhielten, damit sie bei weiterer Zusammensetzung eine gerade Tour bildeten, weil es sonst nicht möglich gewesen seyn würde, sie in das Bohrloch hineinzulassen.

Die Flächen der Längenfugen bei den gewöhnlichen einfachen Röhren werden auch oft mit 3 Th. Zinn, 2 Th. Blei und 1 Th. Antimon verzinnt, dann vernietet und zuletzt durch Ausgiessen des Zwischenraums zwischen den Fugen mit einer Mischung von 1 Th. Zinn, 3 Th. Blei und $\frac{1}{4}$ Theil Antimon, zusammengelöthet.

Gusseiserne Röhren, werden gegen 6 Fuss lang gegossen und unter sich mit durch Schraubennieten zusammengezogenen, genau ineinander gedrehten Muffen und Schnauzen in Verbindung gebracht. Da sie nicht gut unter $\frac{1}{2}$ Zoll dick gegossen werden können, so wird ihre Anwendung durch ihr bedeutendes Gewicht und durch ihre Sprödigkeit sehr gehindert.

Einsenken der Röhren in die Bohrlöcher. Sobald man es für nöthig hält, ein Bohrloch zur Verhinderung des Einbruchs seiner Stösse mit Röhren zu bekleiden, so führt man eine Röhre derselben ein und zwar muss ihr äusserer Durchmesser sich soviel, als möglich, dem innern Durchmesser des Loches nähern. Zuweilen bringt man vor dem Einsenken der Röhren einen Nachbohrer in das Bohrloch, um die Rauhheiten der Stösse wegzuschaffen, welche dem Einsenken hinderlich seyn könnten, sowie um eine vollkommene Rundung zu bewirken, und zuweilen schickt man darauf noch eine, ebenfalls an das Gestänge gehängte, 9 bis 10 Fuss lange Holzlehre in das Bohrloch, um sich von der vollkommenen Rundung zu überzeugen. Ohnerachtet aller dieser Vorsichtsmassregeln, kann man doch nicht weniger als 1 Cent. (4 Lin.) Spielraum zwischen den Bohrlochstössen und der äussern Röhrenwand lassen. Man darf das Bohren nur mit Instrumenten fortsetzen, deren Durchmesser um 2 Cent. ($\frac{3}{4}$ Zoll) geringer ist, als der äussere Durchmesser der Röhre, so dass der Durchmesser des Bohrlochs unter den Röhren um 4 Cent. ($1\frac{1}{2}$ Zoll) vermindert ist. Man senkt die Röhren in 6 Met. langen Touren ein, welche man auf die weiter oben angegebene Weise schon in der Werkstatt verbindet. Man bedient sich dabei zum Aufhängen eines Halsstücks, Fig. 4, welches aus zwei Stücken Holz besteht, die durch Bolzen und Schrauben miteinander verbunden sind. Man legt dieses Stück auf dem Boden und hält die Röhren damit über demselben, und indem das obere Ende etwa um 1 Met. darüber vorsteht, aufgehängt. Die neue, 6 Met. lange Tour, welche hinzugefügt werden soll, wird oben mit dem Röhrenbündel, Fig. 3, gefasst und es werden dann die Enden aneinander geschraubt oder genietet, wie wir schon weiter oben bemerkten. Hängt darauf die ganze verlängerte Tour an dem Zugseile des Bohrgerüstes, so nimmt man das Halsstück weg und senkt die Röhren weiter ein. Werden sie durch Hindernisse, wie Unebenheiten der Bohrlochstösse, oder Geschiebe, aufgehalten, so lässt man wohl einen der Nachbohrer, von denen weiter unten geredet werden soll, vorangehen; oder man führt auch einige leichte Rammenschläge oben auf das Ende der Tour, welches man aber vorher mit einem hölzernen Deckel versieht, um Verbiegungen der Röhren zu vermeiden.

Man muss mit dem Einsenken der Röhren beginnen, ehe noch Einbrüche stattfinden und sobald man bemerkt, dass es den Stössen an Festigkeit mangelt oder das Loch enger zu werden strebt. So muss man Röhren bei Schichten von mehr oder weniger losem oder schüttendem Sand, in weichem Mergel oder Thon, die sich zusammen-

drücken, in Banken mit Kiesel- und Sphärosideritknollen, oder mit andern, mit der Masse des Gesteins nicht zusammenhängenden Mineralien u. s. w., einsenken.

Unterhalb der Röhren fährt man, wie schon bemerkt, mit einem um 2 Cent. geringern Durchmesser, gegen den innern der Röhren, zu bohren fort. In Schichten von losem Sande, von weichem Mergel und Thon, kann man im Allgemeinen mit dem Einsenken der Röhren auf bedeutende Tiefen fortfahren, ohne dazu die Hülfe von Nachbohrern in Anspruch zu nehmen. Die unterste Röhre würde sich einsenken, indem sie die Theile des unter ihr befindlichen Gebirges, die nicht von selbst eingebrochen sind, abschneidet und ablöst.

Werkzeug zur Erweiterung der Bohrlöcher des Herrn Degousée. Ist das Gebirge zu fest, um das Einsenken der Röhren zu gestatten, so muss man Erweiterungs- oder Nachbohrinstrumente anwenden, um von den Bohrlochstössen das zu entfernen, was sich dem Niedergange der Röhrentouren widersetzt. Man muss daher Werkzeuge anwenden, die, wenn sie unter die Röhren gelangt sind, sich ausdehnen und sich darauf wieder zusammenziehen können. Die von Hrn. Degousée angewendeten Werkzenge dieser Art, haben Federn. Der Federnachbohrer, Fig. 5, Taf. 8, wird angewendet, wenn die wenig mächtigen Schichten eines festen Gesteins zwischen solchen von brüchigem oder losem liegen, in denen das Bohrloch mit Röhren ausgesetzt werden muss, und wenn man diese Röhrentour durch die festen Schichten führen will. Man wirkt auf diese alsdann durch den Stoss. Das Werkzeug besteht, wie die Abbildung zeigt, aus zwei Stahlblättern, die unten in eine Schneide auslaufen, um Bolzen *c, c* beweglich sind und zwischen denen eine starke Feder *a* von Innen nach Aussen wirkt. Ist die Röhrentour bis auf $\frac{3}{4}$ oder 1 Fuss über die harte Schicht gelangt, so führt man den Federnachbohrer durch dieselbe, indem man die Blätter gegeneinander drückt. Sobald aber das Instrument unter die unterste Röhre gelangt ist, gehen dieselben durch den Druck der Feder auseinander und indem man den Bohrer alsdann, wie bei der gewöhnlichen Bohrarbeit, stossend wirken lässt, erweitert er das Loch in der harten Schicht soweit, dass man die Röhrentour tiefer einsenken kann.

Wird dieselbe durch eine Bank von mittlerer Festigkeit aufgehalten, wie, z. B., in gewissen Kreide-, Mergel- oder Thonschichten, so wendet Hr. Degousée ein Instrument an, welches er Krebsscheere nennt, welches den Boden drehend angreift, während das vorhergehende stossend wirkte. Die beiden Blätter der Krebsscheere, welche durch die Feder auseinander gehalten werden, sind daher halbkreisförmige Schneiden, die an den Seitenkanten schneiden und mit einer Spitze versehen sind. Hr. Degousée hat dieses Werkzeug in den *Annales des Mines, 3. Série, Tome 14, p. 319 etc.* beschrieben. Auch wendet er zum Nachbohren unter einer Röhrentour, in Gebirgsschichten von mittlerer Festigkeit, wie Kreidebänke, den Nachbohrer, Fig. 7, Taf. 8 an, der mit zwei gezahnten Scheiden *b* versehen ist. Das Werkzeug besteht aus einem, an einer Stange befestigten cylindrischen Kolben. Beide Stücke sind durch eine grosse conische Schraubenmutter miteinander verbunden. In dem Kolben sind zwei Schlitze angebracht, in denen die Stücke *b* sich um zwei senkrechte Schraubenbolzen, die in den Kolben eingeschraubt sind und durch die grosse Schraubenmutter festgehalten werden, frei bewegen. Wenn diese Schneiden *b* in den Schlitzen stecken, welche zu ihrer Aufnahme dienen und bis zu deren Rande zurücktreten, so treten sie nur wenig nach Aussen vor. Man lässt das Werkzeug in der Röhrentour hinab, indem man es in solcher Richtung dreht, dass die Schneiden in den Schlitzen stecken bleiben. Ist es unter die Röhre

gelangt, so dreht man es in entgegengesetzter Richtung. Die Schneiden gehen dann auseinander und nehmen von den Bohrlochstössen $1\frac{1}{2}$ bis 2 Centim. ($\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll) weg. Will man das Werkzeug in die Höhe ziehen, so dreht man es in entgegengesetzter Richtung, die Schneiden biegen sich in die Schlitze zurück und das Werkzeug kann in die Röhrentour zurücktreten.

Die obigen Instrumente müssen sehr stark und besonders muss dies mit den Verbindungen der Stücke der Fall, und das Ganze muss auch sehr genau angefertigt seyn, so dass jeder Bruch vermieden wird, indem sonst leicht eine Schneide oder ein Bolzen in dem Bohrloche stecken bleiben, deren Herausziehen Schwierigkeiten haben würde.

Nachbohrer des Herrn Kind. Obersteiger Kind wendet zwei Arten von Nachbohrern an, die aus zwei beweglichen Armen bestehen und die durch die Wirkung eines zwischen ihnen stehenden, eisernen Keils mehr oder weniger voneinander entfernt gehalten werden. Dieser Keil ist mit dem Ende des Bohrlöffelseils verbunden. Der eine von diesen Nachbohrern wirkt, indem er von Oben nach Unten auf das Gestein schlägt. Bei dem andern Nachbohrer sind die Schneiden nach Oben zu gekehrt, so dass er auf das Gestein wirkt, wenn er angeholt oder gehoben wird. Dieses Werkzeug dient zur Wegschaffung des Carniesses oder Kranzes, der unter der Röhre stehen geblieben ist, nachdem der untere Theil des Loches mit dem ersten Nachbohrer schon erweitert worden war. Die Kind'schen Nachbohrer, die man Keilnachbohrer nennen kann, sind in der Fig. 8 und 9, Taf. 8, dargestellt. Die Fig. 9 ist eine Abbildung des von Oben nach Unten wirkenden Nachbohrers. Er besteht aus zwei Armen *a, a,* von denen der eine mit dem andern durch das Charnier *b* verbunden ist. Ein eiserner Keil *c,* der zwischen den beiden Armen befindlich ist, hält sie mehr oder weniger auseinander, je nachdem er höher oder tiefer steht. Dieser Keil ist auf beiden Seiten mit Blechplatten *d* versehen, welche die Arme bedecken und den Keil zwischen sich halten. Die Entfernung der Arme voneinander, wird durch zwei vortretende Stifte *e, e,* beschränkt, die in eine Klammer treten. *g, g* sind Schneiden des Werkzeuges, die in der diametralen Ebene des Bohrlochs liegen; *f, f* sind die Querschneiden, die Kind bei allen seinen Bohrern anbringt. Unter diesen Schneiden verlängern sich die Arme *a, a* in die Arme *h, h,* die etwa 0,32 Met. (1 Fuss) lang sind, in dem schon gebohrten Theil des Loches. Der Keil ist mit einer Gabel verbunden, die in eine Stange ausläuft, die man mittelst des Ringes *k,* an das Löffelseil hängt. Der Keil kann nicht unter die Schenkel *h, h* hinabfallen, weil er oben mit zwei Haken versehen ist, welche an den das Auseinandergehen der Schenkel begränzenden Falzen hängen bleiben.

Nachdem man diesen Nachbohrer an das Gestänge geschraubt hat, hängt man den Keilring *k* an das Löffelseil und lässt dieses bei'm Einhängen des Bohrers in das Loch nach, damit der Keil auf die Falzen *e, e* fällt und die Schenkel sich einander nähern. Ist der Nachbohrer unter die Röhren gelangt, so zieht man den Keil mittelst des Seils in die Höhe, wodurch die Schenkel auseinander gehen und an den Bohrlochstössen anliegen. Man befestigt das Seil an das Bohrgestänge und wirkt stossend, wie mit einem gewöhnlichen Bohrer.

Der Nachbohrer, Fig. 8, Taf. 8, dient zum Ablösen des unter der Röhrentour sitzen gebliebenen Gesteinkranzes, welches mit dem vorhergehenden Instrumente nicht geschehen konnte. Es besteht, wie dieses, aus zwei, in einem Charniere *b* verbundenen Schenkeln, die in abgerundeten Enden *c, c* auslaufen, welche mit nach Oben gebogenen Schneiden versehen sind. *d* ist ein verschiebbarer Ring, welcher die Entfernung der

beiden Schenkel voneinander begränzt und der, wenn er ganz hinabgegangen ist, die Schneiden bedeckt, wie Fig. 8, *A* zeigt. Der mit Blechplatten *f*, die als Leitungen dienen, versehene Keil *e*, ist an diesem Ringe aufgehängt und dieser mit einer Gabel verbunden, die an dem Löffelseile hängt.

Nachdem der Nachbohrer an das untere Ende des Gestänges geschraubt worden ist, und der Keil mit dem Seile verbunden ist, lässt man letzteres locker, worauf der Keil niedergeht, die Schenkel des Bohrers sich einander nähern und man das Werkzeug durch die Röhren hindurch führen kann. Ist es unter dieselben gelangt, so zieht man den Keil in die Höhe und befestigt das Seil an das Oberstück des Bohrers. Mittelst der nun das Gestein angreifenden Schneiden sprengt man den Kranz, auf welchem die Röhrentour aufsteht, weg und man kann diese alsdann auf die gewöhnliche Weise weiter einsenken.

Soll nun ein Bohrloch auf eine gewisse Tiefe mit einer Röhrentour versehen werden und man kommt unter den losen Schichten wieder auf feste von bedeutender Mächtigkeit, so durchbohrt man dieselben mit dem innern Durchmesser der Röhren, ohne die letztern weiter einzusenken.

Gelangt man aber von Neuem unter den festen Schichten auf brüchige, so muss man entweder das Bohrloch durch Nachbohren auf die angebene Weise und auf seine ganze Tiefe in dem festen Gestein erweitern, um die schon eingesenkten Röhren noch weiter einsenken zu können, oder man muss eine zweite Röhrentour durch die erste führen und durch dieselbe das Bohrloch in den untern losen Schichten sichern. Jedoch wird durch das Einsenken einer neuen Röhrentour der Bohrlochdurchmesser um etwa 4 Centim. ($1\frac{1}{2}$ Zoll) vermindert. Auch muss man, wenn man voraussieht, dass das abzubohrende Bohrloch sehr tief wird, und dass man mehrere Wechsellagerungen von losen und von festen Schichten zu durchbohren haben wird, es soviel, als möglich, zu vermeiden suchen, mehrere verschiedene Röhrentouren einzusenken, weil sonst zuletzt das Bohrloch einen zu geringen Durchmesser behalten würde.

Ausser den festen Bänken, welche es, wenn sie zu mächtig sind, verhindern können, die erste Röhrentour weiter einzusenken, indem die Anwendung der Nachbohrinstrumente nicht ohne Schwierigkeiten und das Nachbohren auf bedeutende Tiefen kostbar ist; setzt auch der horizontale Druck der durchbohrten Schichten gegen die äussern Wände der Röhren zuweilen dem Einsenken ein Hinderniss entgegen. In weichen, thonigen oder mergeligen Schichten, besonders wenn man sie in grossen Tiefen trifft, ist dieser Druck sehr bedeutend. Nachdem man sich nun überzeugt hat, dass die erste Röhrentour nicht weiter eingesenkt werden kann, und dass neue Versuche dieser Art noch mehr Hindernisse herbeiführen würden, entscheidet man sich für das Einsenken einer zweiten Tour. Dieselbe kann die ganze Tiefe des Lochs haben und alsdann ist sie im obern Theile desselben von der ersten umgeben; oder sie kann mittelst eines am Ende des Gestänges befestigten Apparats eingesenkt werden und braucht dann nicht bis zur Tageöffnung des Bohrlochs zu reichen.

Verlorne Röhrentour. Eine Röhrentour, die nicht bis zur Tageöffnung des Bohrlochs reicht, hat Nachtheile, welche die Veranlassung sind, dass manche Bohrmeister sie selten oder gar nicht anwenden. Um sie einzusenken, hat sie oben gewöhnlich ein mit einem stärkern Halse versehenes Röhrenstück, das inwendig ein Schraubengewinde hat, in welches ein Deckel eingeschraubt wird, der an dem Ende des Bohrgestänges befestigt ist. Nachdem die auf diese Weise an dem Gestänge hängende

Röhrentour eingesenkt worden ist, so schraubt man den Deckel los. Zu dem Ende muss entweder das Bohrgestänge durch Zunge und Gabel verbunden seyn, oder es muss, bei einer Schraubenverbindung desselben, das Gewinde des Röhrendeckels eine von den Verbindungsgewinden entgegengesetzte Richtung haben. Da diese verlorne Röhrentour an ihrem obern Ende nicht verlängert werden kann, so muss man ihr, ehe man sie einsenkt, die ganze Länge geben, welche sie erhalten soll, die man aber nur nach sehr allgemeinen Wahrscheinlichkeiten bestimmen kann. Jedesmal, wenn man die Röhrentour mit der zunehmenden Tiefe des Bohrlochs weiter einsenken muss, muss man den Deckel mit der Schraube an dem Ende des Gestänges wieder einhängen und den Deckel in dem Halse der obersten Röhre wiederum zu befestigen suchen. Da aber die Schraubengewinde des Deckels und des Gestänges eine entgegengesetzte Richtung haben, so läuft man Gefahr, das letztere loszuschrauben, indem man jenen festzuschrauben sucht. Statt daher die Röhrentour an das Gestänge zu schrauben, ist es zweckmässiger, an dessen Ende einen hölzernen Klotz zu befestigen, der einen breitern Absatz hat, so dass derselbe gegen den obern Rand der innern Röhre tritt. Indem man nun diesen Klotz oder Cylinder etwas anholt und dann zurückfallen lässt, schlägt der ringförmige Absatz gegen den Röhrenrand und treibt die Röhre weiter nieder, wenn das Bohrloch in seinem untern Theile vorher erweitert worden ist. Die Operation wird sehr erleichtert, wenn das Gestänge aus zwei Theilen besteht, die durch ein Wechselstück oder einen Schieber verbunden sind, den wir weiter unten beschreiben wollen, dessen man sich aber bei tiefen Bohrarbeiten stets bedienen muss. Kind, der bei seinen Bohrungen oft verlorne Röhren anwendet, empfiehlt dies Mittel, sie einzusenken. Er wendet dabei aber keinen Klotz oder Schraubendeckel, sondern das in Fig. 2, Taf. 8. dargestellte Werkzeug an. Es besteht in einer Gabel, deren Schenkel oder Zinken *a, a* 0,65 Met. (25 Zoll) lang, 0,054 Met. (2 Zoll) breit und 0,015 Met. ($\frac{1}{2}$ Zoll) stark sind. Der eine Schenkel bewegt sich bei *c* mittelst eines Charniers um den andern, der in eine Stange mit einem Schraubengewinde ausläuft, mit welchem er in die Mutter des untersten Stangenstücks geschraubt wird. Jeder Schenkel ist mit einer Reihe von abgerundeten eisernen Zacken *b, b, b,* die nach Oben gerichtet sind, versehen. Ein winkelförmig gebogenes Stück *e,* welches sich um ein Charnier dreht, das mit dem festen Schenkel der Gabel verbunden ist, hält die beiden Schenkel auseinander, wenn sie in der, in Fig. 2 dargestellten Stellung ist und gestattet ihnen, sich einander zu nähern, wenn man den Theil *k* des Winkels in die Höhe zieht. Der letztere ist mit einem Oehr versehen, in welchem man das Löffelseil befestigt. Das obere Stück der Röhrentour hat mehrere Löcher, die soweit voneinander entfernt sind, dass sie die Zacken *b, b, b,* aufnehmen. Ist nun die Gabel in diese Röhre eingelassen und stecken die Zacken in den Löchern, so bringt man den Winkel *e* in die erforderliche Lage, um die Schenkel der Gabel auseinander zu halten. Darauf wird die ganze an dem Bohrgestänge mittelst des Werkzeugs hängende Röhrentour eingesenkt, wobei man das an dem Stücke *e* befestigte Löffelseil loslässt. Ist nun die Röhrentour in die Tiefe gelangt, wo sie bleiben soll, und welche Tiefe man vorher genau kennen muss, so zieht man an dem Seile; das Stück *e* verändert seine Lage und die Bohrschenkel nähern sich einander. Man lässt das Gestänge etwas nieder, um die Zacken *b, b, b* aus ihren Löchern zu befreien, und hebt das Gestänge ohne Schwierigkeit empor. Wenn eine verlorne Röhrentour fast bis in die Nähe des untern Endes der vorhergehenden Tour mit einem stärkern Durchmesser, durch deren Inneres sie geführt worden, sobald

das Gebirge brüchig bleibt, eingesenkt worden ist, und man will keine andere Röhre einsenken, welche das Loch noch mehr verengen würde; so ist man genöthigt, die zu kurze Röhre herauszuziehen, indem man sie an ihrem Platze nicht verlängern kann. Das Herausziehen erfolgt mit einem weiter unten zu beschreibenden Werkzeuge, allein es ist eine oft sehr schwierige Arbeit. Die Bohrlochstösse können auch während der Arbeit einstürzen, und obgleich man endlich stets die Vorsicht anwendet, um die obere Oeffnung einer verlornen Röhre trichterförmig zu erweitern, so ist zu fürchten, dass die in das Innere der obern Röhrentour niedergelassenen Werkzeuge, auf dem Rande der untern Röhre auftreten und sie beschädigen. Ohnerachtet dieser Nachtheile bedient man sich der verlornen Röhren dennoch bei allen tiefen Bohrarbeiten, z. B., bei dem artesischen Brunnen zu Grenelle, bei der Bohrarbeit auf Steinsalz bei Artern. Bei jener waren die Bohrstangen durch Gabel und Zunge verbunden. Hr. Kind wendet die verlornen Röhren auch an und lässt sich die verschiedenen Touren nur auf 3 bis 6 Fuss decken. Hr. Degousée gebraucht sie dagegen nur in seltenen Fällen und ausnahmsweise. Auch gewährt ihre Benutzung übrigens keine so grosse Ersparung, als man glauben könnte, weil man nach Vollendung eines Bohrlochs die Röhrentouren in jeder beliebigen Tiefe abschneidet und die von weitern Röhren bedeckten Theile herauszieht, so dass man in dem Loche nach seiner Vollendung nur eine einzige Linie von Röhren mit ungleichem Durchmesser zurücklässt, die von der Sohle nach der Mündung hin zunehmen, und bei welchen die Touren von verschiedenem Durchmesser sich nur auf einer geringen Höhe decken.

Von den Hindernissen bei der Bohrarbeit.

Vorsichtsmaasregeln gegen die Hindernisse. Gränzen der Einwirkungen des Ziehens und der Drehung, welche die Stangen aushalten können. Die häufigsten Ereignisse oder Unglücksfälle bei der Bohrarbeit bestehen in dem Bruche eines Werkzeugs oder einer Bohrstange, in dem Hineinfallen von Eisenstücken, als Bolzen, Spletten und Hülfswerkzeugen in das Loch, in dem Einbrechen der Bohrlochswände, oder in dem Hineinfallen abgebrochener eckiger Gesteinstücke in das Bohrloch, wodurch sich alsdann die Werkzeuge festklemmen können, in dem Zerdrücken und Verbiegen der Röhren durch den Seitendruck der Bohrlochwände, in deren Zerreissen durch die Bohrwerkzeuge, wenn die Richtung des Bohrlochs von der Senkrechten abweicht, in dem Empordringen von losem oder schwimmendem Sande in dem Innern des Bohrlochs.

Solche Ereignisse können Zeitverluste, und folglich bedeutende Kosten veranlassen. Sie sind oft von der Art, dass die Fortsetzung der Bohrarbeit unmöglich wird, da es minder kostbar wird, ein neues Loch zu bohren, als das vorhandene wieder herzustellen. Der Bohrmeister muss daher auf das Sorgfältigste alle diese Ereignisse zu vermeiden suchen. Zuvörderst muss er dahin sehen, dass kein fremder Körper in das Bohrloch fällt, oder dass kein solcher aus Bosheit hineingeworfen werde; er muss bei dem Herausziehen und Einsenken des Bohrers genau dahin sehen, dass nicht ein Theil des Gestänges dem Stangenschlüssel oder Stangenhaken entgeht und von einer grossen Höhe in das Loch zurückfällt, wodurch gewöhnlich das Gestänge in mehrere Theile zerbricht, die man dann, ein jedes für sich, herausziehen muss. Er muss der Bohrlochaxe eine genaue senkrechte Stellung geben und dahin sehen, dass dieselbe stets

beibehalten werde. Sobald er erkennt, dass das zu durchbohrende Gebirge lose oder brüchig oder schwimmend wird, muss er Röhren in das Bohrloch einlassen. Mit dem steigenden Drucke, mit steigender Tiefe und mit steigendem Durchmesser des Bohrlochs, müssen die Röhren stärker angenommen werden. Bemerkt er, dass ein Werkzeug feststeckt, so muss er dafür sorgen, dass nur mit der grössten Vorsicht verfahren werde und das Gestänge darf nur mit Vorsicht stark angreifen, besonders drehend, um Brüche zu vermeiden, welche die Schwierigkeiten sehr vermehren würden. Man darf es im Allgemeinen nicht wagen, auf das Gestänge eine stärkere zerreissende Einwirkung der Länge nach anzuwenden, als höchstens 14 Kil. auf das Quadratmillimeter (70 Pfund auf 1 preuss. Quadratlinie) des kleinsten Querschnitts. Es ist dies fast ein Drittel von der Belastung, welche die unmittelbare Zerreissung der Stangen veranlassen würde. Was nun den Bruch durch Torsion oder Drehung betrifft, so beträgt das Moment der Wirkungen der Torsion, d. h., die Summe der erlangten Producte, wenn man die an den Enden der Hebel wirkenden Kräfte in Kilogrammen ausgedrückt, mit den respectiven Entfernungen der Angriffspuncte dieser Kräfte von der Axe des Bohrers, in Metern ausgedrückt, multiplicirt, im Allgemeinen nicht mehr, als das Doppelte der Cubikzahl von dem Durchmesser des Gestänges, oder vielmehr der Cylinder, welche die Schraubengewinde enthalten, in Centimetern ausgedrückt. Wenn, z. B., die Verbindungsschrauben im Innern der Gänge einen Durchmesser von 4 Cent. haben, so darf das Moment der angreifenden Kräfte, welche die Stangen durch Torsion zu zerbrechen sich bestreben, $2 \times 64 = 128$ nicht übersteigen. Das Moment der Kräfte, welches durch Drehung 4 Cent. ($18\frac{1}{4}$ Linie) starke Stäbe zerbricht, beträgt wirklich nach einigen Versuchen Rennie's mit englischem und schwedischem Stabeisen etwa 64×9 und es scheint mir nicht zweckmässig zu seyn, das Bohrgestänge, selbst nur eine kurze Zeit, den Einwirkungen einer Torsion auszusetzen, welche das Viertel von denen erreicht, die den Bruch zu veranlassen im Stande seyn würde.

Wir kommen jetzt auf die bereits aufgezählten, verschiedenen Arten von Hindernissen und die Art sie zu beseitigen, zurück, wenn man sie nicht vermeiden kann.

1) Mittel, kleine Gegenstände, die in das Bohrloch gefallen, oder auf dessen Sohle liegen geblieben sind, herauszuziehen. Kleine Gegenstände, wie Bolzen, Schraubenmuttern, die auf die Sohle des Bohrlochs gefallen sind, werden oft durch den Schlammlöffel, mit dem Bohrschmand, herausgezogen, wenn derselbe mit dem Wasser einen consistenten Teig zu bilden im Stande ist. Findet ein solches Ereigniss in festem Gestein statt und wenn der niedergefallene Gegenstand nicht mit dem Bohrschmand in die Höhe gekommen ist, so gelingt sein Herausziehen oft dadurch, dass man in das gereinigte Loch die Trompete oder Dillschraube, Fig. 13, Taf. III., hinablässt, nachdem man sie vorher mit einem sehr dichten, fest eingestampften Thon ausgefüllt hat. Der Gegenstand bleibt in dem Thon hängen, und kann auf diese Weise zu Tage ausgefördert werden. Man kann die Zähigkeit des zum Ausfördern kleiner Gegenstände, oder, um einen Abdruck von der Bohrlochsohle zu erlangen, angewendeten Thons dadurch vermehren, dass man ihn mit zerhacktem Hanf und Oel durchknetet.

Grössere Gegenstände von Eisen, wie Bruchstücke von Bohrwerkzeugen, können, wenn man sie nicht mittelst der mit Thon angefüllten Trompete herausziehen kann, mit denselben Hülfsinstrumenten, wie das Gestänge, d. h., mit den in Fig. 13, 30 oder 31, Taf. III. abgebildeten, herausgefördert werden, sobald sie hervorstehende

Theile, oder eine abgerundete oder oblonge Form haben. Die Fangscheere, Fig. 33, Taf. III., ist aber, unter diesen Umständen, das schwerste Instrument.

Platte, glatte und so kurze Körper, dass sie sich auf die Sohle des Bohrlochs festsetzen können, sind am Schwierigsten herauszuziehen. Man kann dies mit einem Fanginstrumente versuchen, welches zwei elastische Schenkel, wie eine Zange hat, die sich von Unten nach Oben öffnen und sich in eine Erweiterung endigen, auf welche zwei innere Vorsprünge folgen, welche das Stück zurückhalten, wenn es von den Schenkeln ergriffen wird. Uebrigens ist man oft genöthigt, Fanginstrumente sowie sie für die Form und die Lage der herauszuziehenden Körper in dem Bohrloche erforderlich sind, zu erdenken und anfertigen zu lassen.

Ist man nicht dahin gelangt, den Gegenstand herauszuziehen, entweder weil er sich in die Unebenheiten des Bohrloches festgeklemmt hat, oder seiner Form wegen, so sucht man ihn mittelst des stumpfen oder des mit einer scharfen Pyramide versehenen Kolbenbohrers, welcher erstere in Fig. 17, Taf. III. abgebildet worden ist, zu zerbrechen und stückweise herauszuziehen, oder ihn von der Axe des Bohrlochs zu entfernen, indem man ihn in das Gebirge zurückstösst, welches gar keine Schwierigkeiten hat, wenn der Gegenstand klein und das Gebirge weich ist. Ja es gelingt selbst, grosse Gegenstände in weiche Massen einzudrängen, allein es wird dann selten das Senkrechte des Bohrlochs erhalten.

2) Herausziehen zerbrochener Stangen. Wenn eine Stange über dem Bunde, oder nicht weit über demselben zerbricht, und wenn der abgebrochene Theil des Bohrers übrigens gerade und gegen den Bohrstoss angelehnt bleibt, so fasst man ihn leicht mittelst des Fanghakens, Fig. 31, den man in das Bohrloch bis unter den Bund niedersenkt; jedoch muss man den Haken in umgekehrter Richtung von der der Schraubengänge drehen, so dass sich die Verbindung der Stangen nicht lös't, wenn man den Fanghaken zum Auffinden der zerbrochenen Stange drehet.

Ereignet sich der Bruch mitten in der Länge einer Stange, oder unter dem Bunde, so lässt man die Trompete nieder, oder besser noch die Fangscheere, Fig. 33, Taf. III., mit welcher man das obere Ende der zerbrochenen Stange zu fassen sucht und welches leicht ist, wenn es nicht zu fern von der Bohrlochaxe ist. Liegt es an der Wand an, so müsste man es erst mit dem Fanghaken, oder mit einem an die Fangscheere, Fig. 33, angebrachten Haken, nach der Mitte zurückführen. Ist die Stange erst von den gezahnten Schenkeln gefasst, so zieht man das abgebrochene Stück ohne Schwierigkeit heraus, wenigstens wenn es sich nicht in das Gestein, oder mit losgegangenen Gesteinbruchstücken festgeklemmt hat.

Wenn der Bohrer eingeklemmt ist, und man ihn mit Anwendung einer bedeutenden Kraft emporzuziehen suchen muss, so ist der Gebrauch der Fangscheere oder eines zangenartigen Fangwerkzeuges in jedem Falle sicherer, selbst wenn der Bruch über dem Bunde statt gehabt hat, als die Anwendung des Fanghakens, indem dessen unterer Haken abbrechen könnte, wodurch das Hinderniss vergrössert werden würde.

Zuweilen ist der in dem Bohrloche stecken gebliebene Theil des Bohrgestänges in mehrere Theile zerbrochen, welches gewöhnlich dann der Fall ist, wenn man bei'm Herausziehen oder Einsenken des Gestänges einen bedeutend langen Theil fallen lässt, so dass er von einer grossen Höhe auf die Bohrlochsohle hinabfällt. Der Stoss bedingt alsdann den Bruch der in mehrere Stücke zersprengten Stangen, die in dem Loche nebeneinander stecken bleiben, und da sie auch zu gleicher Zeit durch die

Heftigkeit des Stosses, den sie erlitten haben, gekrümmt und verdreht worden sind, so klemmen sie sich so ineinander, dass sie sich nur sehr schwierig herausziehen lassen. Dieses Ereigniss, eines der schlimmsten, welches vorkommen kann, ist bei sehr tiefen Bohrarbeiten, bei denen man sich des gewöhnlichen eisernen Gestänges bedient, ein sehr gewöhnliches. Man gelangt sehr leicht dahin, die Enden mit dem zangenartigen Fanginstrumente zu fassen, allein es ist selten möglich, sie selbst mit der grössten Anstrengung zu Tage fördern zu können, sobald sie in dem Loche eingekeilt und aufgehalten werden, sey dies nun durch andere Stangenstücke, oder durch Gesteinbruchstücke. Man muss alsdann die stecken gebliebenen Theile stückweise auszufördern suchen, wohin man gelangen kann, wenn man die einzelnen Stangen auseinander schraubt. Zu dem Ende schraubt man die Schraubenverbindungen des Bohrgestänges, mit welchem man das abgebrochene Stück emporziehen soll, recht fest aneinander, versieht das Gestänge mit der Fangscheere, und wenn man, nachdem man eine von den Stangen gefasst hat, dieselbe nicht unmittelbar emporziehen kann, so dreht man sie in erforderlicher Richtung, um die von der Zange gefasste Stange von den übrigen loszuschrauben. Hat man dies erreicht, so misst man genau die Länge der zu Tage gebrachten Stange und verlängert das Bohrgestänge um ebensoviel; man sucht mit der Fangscheere die folgende Stange des festsitzenden Gestängetheils ebenfalls zu fassen und sie auf dieselbe Weise emporzuziehen. Trifft das Fanginstrument einen andern abgebrochenen Gestängetheil, so sucht man ihn ganz emporzuziehen, und wenn dies nicht geschehen kann, so verfährt man auf dieselbe Weise.

Offenbar sind Gestänge mit Gabel- und Zungenverbindung eine grosse Hülfe bei'm Emporziehen von in mehreren Stücken zerbrochenen Erdbohrern, wenn dieser letzterer mittelst Schrauben verbunden ist. Wirklich kann es der Fall seyn, dass, wenn das Bohrgestänge, mit welchem man das stecken gebliebene herausziehen will, selbst eine Schraubenverbindung hat, dieselbe sich in dem Loche losziehen kann; man sieht aber auch, dass das Hinderniss weit schwieriger wegzuräumen seyn würde, wenn das abgebrochene Bohrgestänge mit Gabel und Zunge verbunden worden wäre: in diesem Falle müsste man sie in dem Loche zerschneiden, wenn es nicht gelänge, den ganzen stecken gebliebenen Theil des Gestänges emporzuziehen. Uebrigens kann man auch die Schraubenverbindungen desjenigen Gestänges, mit welchem man das abgebrochene herausziehen will, fest machen, indem man sowohl durch die Mutter als auch durch die Schraube an den Verbindungen ein Loch bohrt und einen Stift hindurchsteckt. Dies Mittel muss man auch wirklich anwenden, wenn man kein mit Gabel und Zunge verbundenes Gestänge hat, oder wenn die anderen angegebenen Mittel ohne Wirksamkeit geblieben sind.

3) Herausziehen des Bohrgestänges, wenn es durch ein, von der Bohrlochswand abgebrochenes Gebirgsstück, festgeklemmt ist. Einbrüche, denen man nicht zu rechter Zeit durch Röhren zuvorgekommen ist, und von denen der untere Theil des Bohrgestänges umgeben wird, so dass dessen unmittelbares Herausziehen nicht möglich ist, sind sehr böse Ereignisse bei der Bohrarbeit. Ist das Gestänge mit Schrauben verbunden, so kann man die obern Stangen in dem Loche losschrauben und sie herausziehen. Die Trennung wird nothwendig bei einer der Verbindungen über dem Einbruch der Bohrlochswand erfolgen. Man fasst mit einem Fanghaken oder einem zangenartigen Fangwerkzeuge, die an einem durch Zunge und Gabel vereinigten Gestänge oder an einem solchen befestigt werden, dessen Schraubenverbindung

fest angezogen oder durch Stifte fest gemacht worden ist, den obersten Theil des in dem Bohrloche stecken gebliebenen Theils unter dem Bunde; ist dies geschehen, so dreht man das Gestänge in der gehörigen Richtung, um die gefasste Stange loszuschrauben, die man zu Tage auffördert. Auf gleiche Weise schraubt man alle Stangen los, die über dem Bohrlochsbruche hervorstehen. Darauf fördert man das Eingebrochene mittelst des Löffels oder anderer geeigneter Werkzeuge auf, oder macht es, wenn es zu fest ist, mit einem Meisselbohrer los, bis dass man den Kopf einer neuen Stange entblösst hat. Man versucht es, denselben mit der Fangscheere zu fassen und die Stange von den übrigen loszuschrauben, und wenn die in das Loch eingebrochenen Bruchstüche nicht zu fest liegen, würde es auch gelingen, die Stange herauszuziehen. Jedoch müsste man dazu eine bedeutende drehende und ziehende Kraft anwenden, und der Erfolg wird dennoch in allen Fällen sehr ungewiss seyn. In dem Maasse, dass man mit dem Herausziehen der Bohrstangen vorrückt, müsste man auch die eingebrochenen Substanzen bis zu der folgenden Stange ausfördern.

Es ist unnütz, zu bemerken, dass man, zur Verhütung neuer Einbrüche, Röhren in das Bohrloch bringen müsse. Uebrigens kann der Vorfall, von dem wir soeben redeten, nur die Folge von einer sehr grossen Unaufmerksamkeit des Bohrmeisters seyn, indem er es vernachlässigt hat, die brüchigen Bohrlochswände durch Röhren zu sichern.

4) Zerdrückung und Zerreissung der Röhren. Wenn die Zerdrückung der Röhren, die in brüchige Schichten und Massen, welche man durchbohrt hat, eingelassen worden sind, durch den Druck des Gebirgs bewirkt wird, so ist dieses eine Ursache, welche das Aufgeben einer Bohrarbeit veranlassen kann.

Dasselbe ist der Fall mit den Zerreissungen der Röhren durch die Bohrwerkzeuge, welche fast unvermeidlich sind, wenn die Richtung des Bohrlochs wesentlich von der Senkrechten abgewichen ist, weil in diesem Falle jedesmal der mit dem Bohrgestänge niedergehende Meisselbohrer die Röhre streift und sie endlich zerschneidet und hindurchgeht. Daher muss man, ich wiederhole es, bei'm Bohren die grösste Sorgfalt darauf verwenden, dass die Bohrlochsachse nicht von der Senkrechten abweiche. Eine solche Abweichung findet aber in weichen Schichten, die man mit Löffeln oder andern ähnlichen Werkzeugen mittelst einer drehenden Bewegung durchbohrt, sehr leicht statt, indem sie in schiefer Richtung in den weichsten Theilen eindringen, oder auf den Schichtungsklüften, wenn dieselben ein Fallen haben, abgleiten können. Man kann einer solchen Abweichung von der Senkrechten zuvorkommen, wenn man von Zeit zu Zeit Bohrer mit sehr starken Stangen anwendet, die stossend wirken. Die stossend oder schlagend gebohrten Löcher erhalten sich im Allgemeinen weit besser in der Senkrechten, als die drehend gebohrten. Die Anwendung des Bohrers mit Ohren und mit geraden Schneiden und der Kreuzbohrer Kind's scheinen uns unter allen Verhältnissen die senkrechte Linie zu sichern, und wir stehen daher nicht an, deren Benutzung zu empfehlen. Es lässt sich unglücklicher Weise nur sehr schwer erkennen, ob ein Bohrloch genau senkrecht ist, und wenn dies nicht der Fall, sehr schwer bestimmen, in welcher Höhe die Abweichung begonnen hat. Man hat übrigens kein Mittel, das Uebel zu verbessern.

5) Herausreissen von Röhren und dazu angewendete Werkzeuge. Findet man, dass eine eingesenkte Röhrentour keine hinreichende Stärke habe, um dem Drucke des Gebirges zu widerstehen, oder dass ihr Durchmesser zu klein sey, so

dass man das Bohrloch erweitern und sie durch eine weitere Röhre ersetzen muss, so muss man die erste Röhrentour herausreissen.

Man bedient sich zu dem Ende verschiedener Werkzeuge, Fig. 7, 8 und 9, Taf. 8 und Fig. 3 und 4, Taf. 7. Das gewöhnliche Werkzeug, Fig. 8, Taf. 8, besteht aus zwei Schenkeln, von denen der eine fest und der andere beweglich ist und von ersterem durch die Wirkung einer Feder entfernt gehalten wird. Unten sind die beiden Schenkel nach Aussen zu jeder mit einem Vorsprunge versehen. Man nähert den beweglichen Schenkel dem andern, um das Werkzeug in das Innere der Röhrentour einzusenken. Unter dieselbe angelangt, und wenn sie von dem Drucke des Gebirges nicht sehr fest zurückgehalten wird, gelingt es, sie auf diese Weise auf einmal herauszuziehen. Geeigneter noch ist dieser Röhrenauszieher (*arrache-tuyaux*) noch für hölzerne Röhren, die 3 Cent. (13 Lin.) stark sind, als für blecherne, und von letztern kann man mit demselben nur niedrige Touren ausziehen, die nicht sehr fest in dem Loche stecken.

Werkzeug, welches zum Zerschneiden der Röhrentour dient. Der Röhrenzieher, Fig. 7, Taf. 8, den Hr. Degoussée, wie wir sehen, auch als Nachbohrer anwendet, dient, wenn man die in den Nuthen liegenden beweglichen Stücken auswechselt, nicht allein zum Herausziehen der hölzernen oder blechernen Röhren, sondern auch dazu, die Röhrentour in mehrere Stücke zu zerschneiden, die man nach und nach auszieht, wenn sie nicht auf einmal kommen will.

Will man eine ganze Röhrentour herausziehen, indem man unter deren untersten Rand greift, so legt man in das Werkzeug die beweglichen Stücke *c* ein, die unten ausgehöhlt sind. Es ist unnütz, zu bemerken, dass ihre Länge so seyn muss, dass, wenn sie sich entwickeln, sie unter die herausziehende Röhre greifen, indem sie etwas gegen die Bohrlochswand reiben. Man lässt daher das Werkzeug bis unter die Röhrentour hinab, dreht es in der erforderlichen Richtung, um die Blätter zu entwickeln, und wenn sie unter den Röhrenrand greifen, so zieht man das Zugseil mittelst des Haspels oder der Erdwinde in die Höhe.

Kann die Röhrentour nicht ganz, in einem Stücke, herausgezogen werden, so muss man sie zerschneiden und stückweise herausziehen. Man erreicht dies, wenn man an die Stelle der Stücke *c* die Stücke *a* einlegt, welche gebogen, zugespitzt, an ihrem äussern Rande zugeschärft und oben in einer von der Achse nach der Peripherie zulaufenden geneigten Ebene endigen. Nachdem das Werkzeug bis zu der Tiefe in der Röhre, wo dieselbe zerschnitten werden soll, eingesenkt worden ist, lässt man den Bohrer an dem Seile hängen und dreht ihn in solcher Richtung herum, dass sich die Schneiden entwickeln. Sie zerschneiden die Röhrentour zerreissend, und wenn dies geschehen ist, so zieht man an dem Zugseile, um den obern Theil herauszuziehen. Durch eine andere Operation lös't man ein zweites Stück ab, das man auf dieselbe Weise emporzieht und so fort, bis dass die ganze Tour herausgezogen worden ist.

Konnte der Röhrenzieher das oberste Stück der Röhrentour nicht auf einmal emporziehen, so muss man das Werkzeug in umgekehrter Richtung herumdrehen, so dass die Schneiden in die Nuthen, welche sie enthalten, zurücktreten können.

Die Operation, welche ich hier beschreibe, hat ihre Schwierigkeiten, und oft wird sie durch Unglücksfälle, namentlich durch Brüche in den Verbindungen des Gestänges, durch eine zu starke Drehung, sehr verwickelt. Ausserdem werden die Röhren häufig durch die Schneiden unregelmässig zerrissen und dadurch ganz unbrauchbar gemacht.

Um diese Nachtheile zu vermeiden, hat man zum Herausziehen der Röhren einen konischen Kolben angewendet, der mit einem stark gehärteten stählernen Schraubengewinde versehen ist, und den man in den obern Theil der Röhre einführt. Wird aber die Tour durch einen starken Druck des Gebirges aufgehalten, so zerreisst sie, und oft lös't sich nur der von den Schraubengängen des Kolbens angegriffene Theil von dem übrigen los, so dass die Operation gänzlich misslingt. Der Kolben mit Schraubengängen hat, wie man sieht, eine ähnliche Einrichtung, wie die Glocke oder Fangmutter, allein er lässt sich weit weniger sicher anwenden, indem die Blechröhren eine weit geringere Stärke haben.

Röhrenauszieher Alberti's. Hr. v. Alberti, Director der Salzwerke zu Rottenmünster im Würtemberg'schen, als tüchtiger Geolog bekannt, hat bei mehreren Gelegenheiten die folgende Methode bei'm Herausziehen von Röhrentouren, die durch äussern Druck stark zurückgehalten wurden, angewendet.

Er befestigt an das Ende des Gestänges einen hölzernen Kolben *a*, Fig. 6, Taf. 8, der die Form eines abgestumpften Kegels hat, und dessen grosse, nach Unten zugekehrte Basis etwas kleiner, als der Durchmesser der herauszuziehenden Röhre, ist. Unten wird der Kolben durch eine Schraubenmutter *e* festgehalten. Ueber demselben und etwas von ihm entfernt, lässt man einen Muff *B B'* niedergehen, der aus hölzernen Fassdauben besteht, die durch einen oder zwei dünne eiserne Reifen zusammengehalten werden, welche den obern Theil des Muffs umgeben. Der innere Durchmesser des Muffs steht zwischen den Durchmessern der grossen und der kleinen Basis des konischen Kolbens; sein äusserer Durchmesser ist so, dass er frei im Innern der herauszuziehenden Röhre niedergelassen werden kann; allein die Stärke der Dauben, hinzugefügt zu dem Halbmesser der untern Basis des abgestumpften Kegels, übersteigt den innern Ducrhmesser der Röhren; die Dauben laufen von Innen nach Aussen schräg ab.

Man lässt nun den, an dem Gestänge hängenden, konischen Kolben bis auf eine gewisse Tiefe in das Innere der auszuziehenden Röhrentour hinab und darauf den Muff *B B'*, den man an zwei dünnen Seilen aufgehängt erhält, und den man auf dem Kolben aufliegen lässt. Zieht man nun an dem Zugseile des Bohrgerüsts, um den Kolben aufzuziehen, so dringt derselbe in den Muff, drängt die Dauben von Unten auseinander, so dass sie wie Keile zwischen dem Kegel und der Röhre stecken und, mittelst der von dem Drucke herrührenden Reibung, eine sehr starke Adhäsion veranlassen, die hinreicht, um das durch den Kolben mit Schrauben nicht bewirkte Herausziehen der Röhren zu veranlassen. Folgt aber die Röhrentour nicht und ist es unmöglich, sie auf diese Weise herauszuziehen, so ist es immer leicht, das Werkzeug wieder los zu machen, indem man den Kolben fallen lässt, während man den Muff mittelst der Seile zurückhält, an denen er herabgelassen ist. Der Muff muss schwer genug seyn, um zwischen den Kegel und die Röhre hinabsinken zu können.

Man kann den Muff, statt ihn nach dem Kegel hinabgehen zu lassen, ihn an der Bohrstange mittelst eines eisernen Kreuzes befestigen, welches mit einem Loche versehen ist, so dass er längs der Stange auf- und abgehen und um dieselbe gedreht werden kann. Jedoch muss er immer an schwachen Seilen aufgehängt erhalten werden, die zu Tage ausgehen, bis dass man ihn, wenn der Kolben in's Innere der Röhrentour angelangt ist, fallen lässt.

Kind's Schiffchen. Hr. Kind hat bei der Bohrarbeit zu Cossingen einen sehr einfachen und sehr sinnreichen Röhrenauszieher angewendet, der nur aus einem

Stücke Holz besteht, welches 0,60 Met. (27 Zoll) lang und in der Mitte stärker ist, so dass es dem Weberschiffchen gleicht, wie Fig 4, Taf. 7 zeigt, und welches an dem Bohrgestänge befestigt ist. Durch dieses, an beiden Enden mit starken eisernen Ringen umgebene Stück Holz geht eine Stange, welche man mit dem Bohrgestänge verbindet. Sein grösster Durchmesser ist etwas geringer, als der innere der herauszuziehenden Röhren. Man lässt das an dem Bohrgestänge hängende Schiffchen bis gegen das untere Ende der herauszuziehenden Röhrentour hinab und schüttet dann einen Korb voll grobkörnigen Flusssand in die Röhren hinab, der dann zwischen denselben und dem obern Theile des Schiffchens Platz findet. Zieht man nun das Bohrgestänge in die Höhe, so tritt der Sand zwischen das Holz und die Röhren und bildet einen Keil zwischen beiden, so dass die Röhren auf diese Weise emporgezogen werden können.

Ist die herauszuziehende Röhre eine verlorne, deren obere Oeffnung nicht zu Tage ausgeht, so gelangt der in das Bohrloch geschüttete grobe Sand nur theilweis in das Innere dieser Röhrentour. In diesem Falle setzt man auf das Schiffchen, ehe man es in das Loch einsenkt, eine etwa 6 Fuss lange blecherne Röhre und von einer solchen Weite, dass sie bequem in der auszuziehenden Röhre Platz findet. Diese mittelst eines Bügels an dem Löffelseile hängende Büchse wird mit grobem Sande angefüllt, der unten durch das Schiffchen festgehalten wird und kann nur niederfallen, wenn man den Cylinder emporzieht. Nachdem man nun das Schiffchen bis fast an das untere Ende der emporzuziehenden Röhrentour eingesenkt hat, zieht man den Cylinder mittelst des Löffelseils in die Höhe, der Sand fällt zwischen das Schiffchen und die Röhre, und man zieht das Gestänge mit der Röhrentour empor.

Das Herausziehen der Röhren erfordert zuweilen eine bedeutende Kraft, wesshalb man dazu ein starkes Gestänge anwenden muss. Weichen die Röhren der Kraft, welche die angewendeten Röhren, ohne zu zerreissen, ausüben können, nicht, so ist es leicht, dieselben loszumachen und das Schiffchen wiederum zu Tage aufzuziehen. Man lässt es zu dem Ende bis unter die Röhrentour herabfallen. Es finden sich fast immer einige weitere Theile des Bohrlochs, welche zwischen sich und dem Schiffchen einen freien Raum lassen, so dass der Sand durchfallen und man das Gestänge emporziehen kann.

Gelingt die Operation, so wird die Röhrentour in dem Maasse, dass sie über Tage emporsteigt, auseinander genommen, und zwar in der entgegengesetzten Reihefolge, als die Zusammensetzung bei'm Einsenken erfolgte. Es geschieht dies, indem man die untern Theile der Röhrentour, mittelst des hölzernen Halses, Fig. 4, Taf. 8, in dem Bohrloche aufgehängt erhält. Ist der obere Theil der Tour von dem im Bohrloche zurückgebliebenen getrennt, so hebt man ihn etwas und man fasst das Gestänge mit einem, Fig. 32, Taf. 3, ähnlichen Schlüssel, der auf dem Rande der aufgehängten Röhren aufliegt. Man schraubt darauf den obern Theil des Gestänges ab und zieht den obern Theil der Tour ohne Schwierigkeit zurück.

Röhrenauszieher mit Keil von Kind. Ein anderer, ebenfalls von Herrn Kind erfundener Röhrenauszieher, der ausserdem auch zum Einsenken der Röhren angewendet werden kann, ist in Fig. 3, Taf. 7, abgebildet. Er besteht aus einem 1 bis 1,30 Met. (3—4 F.) langen, walzenförmigen Stück Eichenholz, welches das Innere der Röhre fast genau ausfüllt. Man nimmt aus dieser Walze ein keilförmiges Stück heraus, welches unten 0,015 Met. ($\frac{1}{2}$ Zoll) und oben 0,06 bis 0,07 Met. (27 bis 32 Lin.) stark ist. Das Werkzeug besteht auf diese Weise aus drei Theilen, aus zwei Halb-

cylindern und aus dem dazwischen befindlichen Keil. Die beiden erstern sind an den beiden Schenkeln einer eisernen Gabel befestigt, die lang genug ist, biegsam zu seyn und stark genug, um der zerreissenden Kraft einen bedeutenden Widerstand leisten zu können. Die Stange der Gabel endigt in ein Schraubengewinde, um mit dem Bohrgestänge verbunden werden zu können. Der Keil *e* ist auch mit einer eisernen Stange mit Schraube verbunden, wodurch sie an das mit einem Schieber versehene Gestänge des Bohrlöffels mit Ventil befestigt werden kann, welches wir weiter unten beschreiben wollen, und das in Fig 6, Taf. 6, abgebildet worden ist. Ueber dem Schieber ist eine 25 bis 30 Kil. (50 bis 60 Pfd.) schwere Stange angebracht, die mittelst eines um einen Bolzen beweglichen Bügels an dem Löffelseile hängt. Wenn das Instrument bis fast zum untern Ende der herauszuziehenden Röhrentour eingesenkt worden ist, so lässt man den Keil in den Zwischenraum zwischen beide Halbcylinder eintreten, indem man mit dem Seile der obern Stange mit dem Schieber anzieht und sie wieder fallen lässt. Indem dieselbe nun auf die untere Stange fällt, wirkt sie wie ein Rammklotz und treibt den Keil ein. Die halben Walzen werden daher gegen die Röhrenwände mit solcher Kraft angetrieben, dass ein Gleiten fast unmöglich und die Röhrentour in die Höhe gezogen werden wird. Um das Instrument wieder loszumachen, ist es hinreichend, den Keil auszuziehen, welches gar keine Schwierigkeit hat.

6) Der lose oder schwimmende Sand, welcher von der Bohrlochssohle emporsteigt, muss mit einem Bohrlöffel mit Kugelventil ausgefördert werden, wie er in Fig. 25 und 26, Taf. 3 abgebildet ist. Zu gleicher Zeit muss, soweit als möglich, die Röhrentour eingesenkt werden, selbst durch Anwendung leichter Rammklotzschläge, damit man die losen Schichten so schnell, als möglich, durchsinke.

Nach Vollendung einer, nur als Versuchsarbeit, zur Erkennung der Beschaffenheit der Gebirgsschichten unternommenen Bohrung, deren Offenerhaltung keinen Nutzen hat, zieht man die etwa eingesenkten Röhren wieder heraus, ehe man sie verlässt. Es geschieht dies, indem man die innern, engern und zuletzt eingesenkten Röhren zuerst auszieht, und indem man die weiter oben angegebenen Methoden befolgt und mit Anwendung der beschriebenen Werkzeuge.

Verificator Degoussée's. Häufig ist es von Nutzen, sogleich die Beschaffenheit des Gesteins, in verschiedenen Teufen unter Tage, untersuchen zu können. In solchen Theilen des Bohrlochs, die nicht mit Röhren ausgesetzt worden sind, gelangt man mittelst des Werkzeugs, Fig. 10, Taf. 8, leicht dahin. Es besteht dasselbe nämlich aus dem Nachbohrer Fig. 7, der mit gezahnten Blättern versehen ist, und unter welchem man das blecherne Gefäss zur Aufnahme der von den Schneiden losgebrochenen Bruchstücke aufhängt. Ein ähnliches Werkzeug haben wir schon weiter oben mit Hülfe von Fig. 12, Taf. 7 kennen gelernt.

Evrard's Apparat zur Bestimmung des Fallens und Streichens der Schichten. Hr. Professor Evrard zu Valenciennes hat ein in Fig. 11, Taf. 8 dargestelltes Instrument erfunden, mit dessen Hülfe man bei etwas weiten Bohrlöchern den Grad und die Richtung des Fallens gewisser weicher und schiefriger Schichten, wie z. B., des Schieferthons im Steinkohlengebirge, bestimmen kann.

Nachdem man die Bohrlochssohle sorgfältig gereinigt hat, senkt Hr. Evrar[d] mit Hülfe des Gestänges ein Werkzeug hinab, welches aus einem schneidenden Blatte besteht, dessen Ebene durch die Achse des Gestänges und des Loches geht, ohne dass die Mitte dieses Blattes in der Achse befindlich ist. Dieses Blatt ist mit hölzer-

nen, darauf geschraubten Flügeln versehen, dessen Ebenen sich nach der Achse des Gestänges in der Bohrlochsachse durchkreuzen. Nachdem das Blatt unten an die erste Stange befestigt und an das Zugseil des Bohrgerüstes aufgehängt ist, untersucht man über Tage mittelst zweier Bleilothe, nach welchen Weltgegenden die senkrechte Ebene des Blattes liegt. Nun wird dasselbe bis auf die Bohrlochssohle hinabgelassen, wobei man dahin sieht, dass sie genau in derselben Richtung bleibe. Hr. Evrard erreicht dies durch zwei Lineale, die er nach und nach mittelst eines Ringes und einer Druckschraube an den Vereinigungspuncten der verschiedenen Verlängerungsstücke des Bohrgestänges anbringt. Man befestigt eins von den Linealen an dem Wechsel, indem man es so dreht, dass es in der senkrechten Ebene liegt, deren Streichen, wie schon bemerkt, an der Bodenoberfläche bezeichnet worden ist. Nun senkt man den Bohrer so weit ein, bis dass das Lineal auf der Bodenoberfläche befindlich ist. Hat sich das Gestänge gedreht, so bringt man es vermöge dieses Lineals in die richtige Lage zurück. Nachdem man darauf eine andere Stange aufgeschraubt hat, bringt man am obern Bunde ein zweites Lineal an, welches in der senkrechten Ebene des ersten seyn muss. Man macht dies los, lässt das Gestänge weiter einsinken, führt das zweite Lineal, wenn es auf dem Boden angelangt ist, in die bezeichnete Ebene zurück u. s. w. Man gelangt auf diese Weise, indem man beide Lineale längs der Stange ablothet und das an derselben, während des Niedersinkens, befestigt gebliebene Lineal in die ursprüngliche Ebene zurückführt, dahin, die Drehung des Gestänges während seines Niederganges zu verhindern; und da die Stangen, während dieser Operation, keine weitere Drehung erleiden können, so hat das auf der Bohrlochssohle angelangte Blatt dieselbe Stellung zu den Weltgegenden, wie zu Tage. Das Blatt drückt sich in der Bohrlochssohle, durch das Gewicht des Gestänges, ab und hinterlässt sichtbare Spuren.

Hr. Evrard lässt darauf ein Werkzeug niedergehen, welches aus vier schneidenden, 25 Cent. ($9\frac{2}{3}$ Zoll) langen Blättern besteht, welche an die Peripherie einer Walze oder eines Cylinders geschraubt sind, dessen Durchmesser etwas geringer, als der des Bohrlochs, ist. Dieser Cylinder ist an der Aussenseite, zwischen den Schneiden gefurcht, um den Bohrschmand frei durchgehen lassen zu können.

Die vier Schneiden legen sich an die Peripherie des Bohrlochs und greifen drehend das weiche Gestein an, in welchem sie eine kreisförmige Rinne einschneiden, indem sie das von dem Blatte eingedrückte Zeichen zwischen sich lassen.

Ist der Einschnitt in dem weichen Schiefer des Steinkohlengebirges 10 bis 12 Cent. (4 bis $4\frac{1}{2}$ Zoll) tief geworden, so lös't sich bei'm Emporziehen des Bohrers die ringsum losgetrennte Scheibe des Gesteins gewöhnlich ab, bleibt zwischen den Blättern sitzen und wird zu Tage gebracht. Die Structur dieses Stücks zeigt den Grad des Fallens der Schichten, oder vielmehr der mit demselben parallelen Schieferung.

Die Richtung des Fallens und das Streichen folgert man aus dem oben auf der Fläche der ausgeschnittenen Scheibe hinterlassenen Eindruck des Blattes. Es ist zu dem Ende hinreichend, den Winkel des von dem Blatte hinterlassenen Eindrucks zu messen, den derselbe mit der Richtungslinie der Schiefern macht und dessen Orientirung bestimmt und bekannt ist.

Wenn die Scheibe sich nicht von selbst von ihrer Basis ablös't, so gebraucht Hr. Evrard zu dem Losmachen das in Fig. 11, Taf. 8 dargestellte Werkzeug, welches aus zwei Armen besteht, die einem cylindrischen Ringe angehören, und die an ihrer Basis mit zwei, in dem Innern der Arme angebrachten, krummen Stücken versehen

sind, ebenso wie es die beweglichen Stücke des Röhrenausziehers, Fig. 7, am Aeussern des Muffs sind. Die Arme dringen in die von dem Werkzeuge gemachte Rinne ein, und wenn man sie darauf in gehöriger Richtung dreht, so dringen die beweglichen Stücke unter die Scheibe ein und lösen sie ab. (Wegen des Speciellern sehe man den Aufsatz des Hrn. Evrard, in den *Annales des Mines, Tome XVIII 3. Série, 1840. p. 53.*)

Soll ein Bohrloch offen erhalten werden, entweder um Springquellen auf die Oberfläche zu bringen, oder Wasser von derselben abzuführen, oder um zur Gewinnung des Steinsalzes mittelst Auflösung, oder endlich um in Bergwerken zum Wetterwechsel zu dienen: so muss man die Röhren, welche man in der Absicht in das Bohrloch eingelassen hat, um dasselbe gegen Einbrüche der Wände zu sichern, darin lassen. Musste man aber mehre Röhrentouren, die eine in die andere, einsenken, und es bedecken sich dieselben gegenseitig auf bedeutenden Höhen, so ist es unnütz, sie alle aufgeben zu wollen. Man schneidet daher die innern Röhren ab, indem man mit der engsten und tiefsten anfängt, und zwar in einer gewissen Höhe über dem Puncte, wo sie äusserlich von der vorher eingesenkten Röhre bedeckt wird. Man bedient sich des Werkzeugs Fig. 7, Taf. 8, welches mit Schneiden versehen ist, und man zieht dann das obere Stück im Allgemeinen ohne Schwierigkeit heraus.

Ebenso schneidet man die vorletzte Röhre etwas über dem Puncte ab, wo sie von einer andern bedeckt ist u. s. f. Jedoch wird man nicht anstehen, mehrere concentrische Röhren aufzugeben, wenn man fürchtet, dass die äussern Röhren gelitten haben könnten, und dass sie einen nur unzureichenden Widerstand leisten, um den Druck des Gebirges auszuhalten.

Vervollkommnungen, welche neuerlich bei der Bohrarbeit eingeführt worden sind.

Steigende Schwierigkeiten mit zunehmender Tiefe. Die Kosten und Schwierigkeiten steigen sehr schnell mit der Tiefe der Bohrlöcher. Das ungeheure Gewicht des Bohrgestänges, das Schlagen dieses langen Gestänges gegen die Bohrlochswände, die bedeutende Zeit, welche zum Herausziehen und Einsenken des Bohrers erforderlich ist, die häufigen Brüche des Gestänges, wenn man stossend wirkt, sind die Hauptursachen der steigenden Kosten. Man hat daher in den letztern Jahren mit gutem Erfolge mehrere Verfahrungsarten zur Verminderung dieser Schwierigkeiten vorgeschlagen.

Seilbohren. Zuvörderst hat man es versucht, statt der steifen Eisenstäbe ein, sich auf einen Haspelrundbaum wickelndes Seil, an dessen Ende das Bohrwerkzeug hängt, anzuwenden. Ein mässig hohes Bohrgerüste, ein Haspel oder eine Erdwinde, ein Schwengel zum Anholen und Fallenlassen des Bohrers, sind nebst dem Seile und den nöthigen Bohrwerkzeugen, die einzigen Erfordernisse bei diesem Verfahren, welches schon seit langer Zeit in China angewendet worden zu seyn scheint, und welches man daher auch das chinesische Bohren nennt. Die Fig. 6 und 7, Taf. 7, stellen das Bohrgerüste, den Haspel, den Schwengel und die vorbereitenden Vorrichtungen zu einer Bohrarbeit dieser Art dar, welche im Jahre 1834 zu Roche-la-Molière bei St. Etienne in Frankreich, von 0,15 Met. (6 Zoll) Durchmesser, ausgeführt worden ist.

Das Gerüst hat vier Säulen von etwa 4 Meter (12 Fuss) Höhe; es steht über der Oeffnung eines Schachtes von 2,5 Met. (9 F.) Tiefe, den man zum Anfange der Bohrarbeit abgesunken hat, und in dessen Achse sich eine hölzerne Röhre zur Leitung des Werkzeugs, bei'm Anfange des Bohrens, befindet. Das Seil geht über eine Leitrolle von Eichenholz, die oben an dem Gerüste hängt und rollt sich auf den Rundbaum eines Hornhaspels auf, den man, als das Bohrloch tiefer wurde, durch eine senkrechte Erdwinde ersetzte.

Ein Hebel, dessen langer Arm 4 Met. (12¾ Fuss) und der kurze 0,70 Meter (2¾ F.) lang ist, und der in einem Krümmling endet, dient zum Heben des Seils bei'm Bohren. Zu dem Ende hängt über diesem Krümmlinge ein Seil, welches an dem einen Ende desselben, mittelst eines einfachen Laufknotens und darum gewundenen Stricks, befestigt ist. Damit das Bohrseil stets gespannt bleibe, ist der lange Drückelarm mit einem Haken versehen, wodurch er, mittelst einer Laufrolle, mit dem Ende einer 4 Met. (12¾ Fuss) langen hölzernen Wippe, die an dem Boden befestigt, verbunden ist.

Die angewendeten Werkzeuge waren denen nachgebildet, welche Hr. Oberbergrath Sello zu Saarbrücken (Karsten's Archiv, VI, S. 343; VII, 526; IX, 377 u. s. w.) bei dort ausgeführten Bohrarbeiten dieser Art angewendet hatte, und bestanden in folgenden Stücken: 1) In einem einfachen Meissel, Fig. 8, der an dem untern Ende einer gusseisernen Stange, Fig. 9, befestigt worden war. Diese gusseiserne Stange hing mittelst eines Wirbels, wie die gewöhnlichen Bohrgestänge, an dem Seile. In der Mitte ist es vierkantig, hat aber oben und unten einen cylindrischen Wulst, mit vier Einschnitten, durch welche der Bohrschmand dringen kann und hat einen Durchmesser, welcher der Breite des Meissels gleich ist. Die Mutter, welche den mit Gewinden versehenen Meisselbohrer aufnahm, war in der Achse der untern Wulst eingeschnitten. Da sich aber der Meissel losschraubte, so wurde das Ende der Stange zur Aufnahme des Meisselzapfens gelocht, letzterer sowohl als die Wände der ihn aufnehmenden Oeffnung mit einem länglichen Einschnitte versehen, durch denselben ein Presskeil mit Kopf geschlagen und letzterer durch einen keilförmigen Vorstecker vor dem Herausgleiten geschützt, Fig. 9, *A*.

2) In der sogen. Büchse, einem eisernen Cylinder mit achtseitigem Querschnitt, Fig. 10, zum gehörigen Nachführen des Bohrlochs.

3) In einem Bohrlöffel mit Ventil.

4) In einem Schlüssel oder Scheerenhebel mit Charnier, Fig. 11, den man an dem Bohrseile, über dem Bohrloche befestigt und der zum gehörigen Drehen des Seils dient, damit der Meissel auch eine drehende Bewegung erhalte.

Die Kosten für Gerüst und Werkzeug betrugen:

Errichtung des Gerüstes und seiner Nebentheile .	139,50 Fr.
Das Seil, 140 Met. lang, 0,034 Met. stark, das laufende Met. 1 Kil. wiegend und 1 Kil. 1,43 Fr. kostend	200,20 —
Zwei Meissel, zusammen 42 Kil. wiegend, à 1,50 Fr.	63,00 —
Eine Büchse, 26 Kil. wiegend, à 1,50 Fr. . .	39,00 —
Ein Löffel von 42 Kil. Gewicht à 1,25 Fr. . .	52,50 —
94 Kil. Bohrgestänge à 40 Fr. die 100 Kil. . .	37,60 —
Wirbelstück 6,37 Kil. à 1,50 Fr. . . .	9,55 —
Summa	541,35 — = 144⅓ Rthlr.

Das an dem Ende des Seils aufgehängte Bohrwerkzeug kann nur durch den Stoss auf das Gestein wirken, und folglich kann das Bohren nicht durch solche Werkzeuge bewirkt werden, die man dreht.

Bevor man zu bohren anfing, wurde im festen Gestein ein Tonnenschacht von 2,6 Met. Durchmesser und 2,5 Met. Tiefe niedergebracht und in dessen Mitte eine hölzerne Leitungsröhre befestigt. Zwei Mann standen am Drückel (Fig. 1) und hoben Seil und Bohrer auf, während der Bohrmeister dem Seile, mittelst des Scheerenhebels, (Fig. 11) die gehörige Drehung mittheilte. Der Bohrmeister dreht das Bohrseil um eine halbe Umdrehung in dem Augenblicke, wo der Meissel auf den Boden aufschlägt; dadurch wird der an dem Seile befestigte Wirbel gedreht und fasst den durch seinen Steg hindurchgreifenden Zapfen bei'm Anheben an einer andern Stelle, als wo er ihn bei'm Niederschlagen verliess; folglich wird, vermöge der Reibung zwischen Zapfenkopf und Steg, während des Anhebens die Stange etwas gewendet, und es wird auch mittelst eines einschneidigen Meissels möglich, ein ziemlich rundes Loch niederzubringen, bei welchem nur wenig durch die nachfolgende Wulst nachgeholfen zu werden braucht. Wenn der Bohrschmand und die losgemachten Gesteinbruchstücke dem Bohrer hinderlich sind, so reinigt man das Loch mittelst eines Löffels mit Ventil, dem man auf der Sohle des Bohrlochs eine abwechselnde Bewegung in senkrechter Richtung mittheilt, dieselbe, die auch dem Bohrer gegeben wird.

Die Erfahrung bei dem Bohrloche zu Roche-la-Molière, welches bis auf 45 Met. (143 F.) Tiefe niedergebracht wurde und einen Durchmesser von 0,15 Met. (6 Zoll) hatte, im Steinkohlengebirge, bestehend aus abwechselnden Schichten von Kohlensandstein und mildem Schieferthon, mit Sphärosideritnieren; die weiter unten noch näher zu erwähnenden viel weitern und tiefern Bohrlöcher, die der Oberbergrath Sello (s. a. d. a. O.) zu Saarbrücken in dem dortigen Steinkohlengebirge und der Ingenieurlieutenant Frommann*) in dem bunten Sandsteine bei Saarlouis ausgeführt haben, beweisen, dass es sehr gut gelingt, vollkommen cylindrische und senkrechte Bohrlöcher mit einfachen Meisselbohrern, die an einer guss- oder schmiedeeisernen Stange mit walzenförmigen Wulsten, ähnlich den in Fig. 9 dargestellten, befestigt sind, und die an einem Seile hängen, abzubohren. Ja es scheint dies Verfahren in festem und nicht brüchigem Gebirge und bei nicht tiefen Bohrlöchern selbst wohlfeiler, als das Stangenbohren, zu seyn. Zu Roche-la-Molière hat das laufende Meter von dem Bohrloche 16,87 Fr. gekostet, und die Bohrarbeit wurde nur wegen Einbruchs der Eisensteinnieren, die durch Röhren hätten zurückgehalten werden müssen, eingestellt. Ein ebenfalls 6 Zoll weites Bohrloch, welches in dem Steinkohlengebirge zu Saarbrücken unter Hrn. Sello's Leitung, 35 Met. (111 F.) tief, niedergebracht wurde, kostete nur 11,28 Fr. das laufende Meter; noch ein anderes im bunten Sandstein gebohrtes Loch von 55 Met. Tiefe, kostete gar nur 4,91 Fr. das Meter. Endlich hat auch Hr. Sello mit sehr gutem Er-

*) Hericart-de-Thury, geologische und physikalische Betrachtungen über das Entstehen von Springquellen durch gebohrte Brunnen etc. und über den gegenwärtigen Standpunct der Brunnenbohrkunst u. s. w. A. d. Französ. übersetzt und vermehrt von Frommann. Mit 8 Steintafeln. Coblenz 1833.

Frommann, Bohrmethode der Chinesen, oder das Seilbohren. Gründliche Anweisung in der Kunst, Bohrlöcher ohne Gestänge mit einem, an einem Seile hängenden Bohrer niederzustossen. Mit besonderer Rücksicht auf die Anlegung artesischer Brunnen, nach eigenen Erfahrungen aufgesetzt. Mit 3 Steintafeln. Das. 1835.

folge 18 Zoll weite Bohrlöcher ausgeführt, die als Wetterschächte gedient haben und über die wir noch Folgendes sagen wollen *).

Die Beobachtung von Frommann, dass sich der Bohrer in Folge der An- und Abspannung der Seilfasern von selbst umsetze, wurde mit einem 140 Pfund wiegenden Meissel (für 40 Rthlr.) bei einem 18 Zoll weiten Bohrloche, welches trocken war und bequem befahren werden konnte, bis auf eine Tiefe von 28 Lachter bestätigt gefunden. Das Seil wird durch einen Scheibenhebel, wie früher, angezogen, jedoch dient die Scheibe desselben bei'm Aufziehen, wo der Schwengel ausgehoben wird, als Seilscheibe. Unter eine Tiefe von 28 Lachter wurden häufig Füchse gebohrt; man glaubte dies dem unregelmässigen Umsetzen des Bohrers zuschreiben zu müssen und stellte noch einen besondern Mann zum Drehen an. Später wurde man mit einer Strecke durchschlägig und konnte auf ihr bei fortgesetztem Bohren die Bewegung des Bohrers genau beobachten, was zu folgenden lehrreichen Resultaten führte, die wir mit Sello's Worten anführen:

1) Wenn der Wirbel unmittelbar über der Bohrstange angebracht wurde, die Drehung derselben also durch die Spannung und Abspannung des Seils stattfinden musste, dann setzte der Meissel zwar ziemlich regelmässig um, aber der Kreis war in 12—14 Hüben beschrieben, und die Meissel sprangen an der Peripherie des Bohrlochs bei jedem Hube 4 Zoll fort. Dadurch wurden entweder zu grosse Stücke Gesteins losgehauen, oder wenn dieses sehr fest war, wurden Rinnen gehauen, in welche der Meissel bei dem zweiten Umgange hineinsprang, ohne Wirkung zu thun. Dies nöthigt dann zur häufigen Anwendung des Kronenbohrers und der Büchse, wodurch viel Zeit verloren geht und die Kosten vermehrt werden. — In geringerer Bohrteufe war dieser Uebelstand weniger bemerkt worden und weil ich glaubte, dass der Grund davon in dem damals neueren Seile gelegen habe, liess ich ein ganz neues Seil auflegen. Der Erfolg war aber kein besserer; der Meissel machte sogar weniger Umsätze, und der Hub wurde viel geringer. Ich liess das Seil nun unmittelbar an die Bohrstange befestigen, den Wirbel dicht über der Fallscheere des Bohrhäuers anbringen und bei jedem Hube in gewöhnlicher Art drehen. — Nun konnten regelmässig 20—22 Umsätze gemacht werden, die Meissel fielen in Entfernungen von nur $2\frac{1}{2}$ Zoll an der Peripherie des Bohrlochs auf, und es wurden nur selten Füchse gebohrt. — Es scheint daher, dass bei grösserer Tiefe der Bohrlöcher von so grossem Durchmesser die An- und Abspannung des Seils allein nicht hinreichend sey, das zweckmässige Umsetzen des Meissels zu bewirken, und dass man genöthigt ist, entweder einen besondern Bohrhäuer zum Drehen des Seils anzustellen, oder blos Kronenbohrer anzuwenden. Bei mildem Gebirge wird man den Bohrhäuer ohne Zweifel viel länger entbehren können, weil von diesem Gesteine auch grössere abspringende Stücke leicht zerstossen werden und das Bohren von Füchsen viel weniger zu befürchten ist.

2) Bei 36 Lachter Länge des Bohrseils musste der Hub an dem Scheibenhebel 20 Zoll hoch seyn, wenn er am Bohrer noch 10 Zoll bleiben sollte. 10 Zoll gingen also durch das Strecken des Seils verloren, obgleich dasselbe länger als ein Jahr gedient hatte. Bei der Schwere des Bohrers war diese Hubhöhe im festen Gestein zwar noch gross genug, im milden Gebirge würde aber, bei grösserem Hube, in der-

*) Ueber das Abbohren weiter Bohrlöcher, in Karsten's Archiv, 2. Reihe, IX, 377 u. s. w. Zusatz von mir. Hartmann.

selben Zeit viel mehr geleistet werden können. — Es ist zu befürchten, dass dieser Uebelstand bei grösserer Teufe sich noch erhöhen werde, und es hat mir daher vortheilhaft geschienen, künftig Seile von Eisendraht anzuwenden, die, bei 4 Linien Durchmesser, hinreichende Stärke für einen 10 Ctr. schweren Bohrer haben und den bemerkten Uebelstand nicht allein ganz beseitigen werden, sondern auch viel leichter als Hanfseile sind, indem das Lachter nur $2\frac{1}{2}$ Pfund wiegt. Bei den Drahtseilen geht allerdings der Vortheil verloren, den die Elasticität des Hanfseils durch Selbstdrehung des Bohrers bringt; allein das geringere Gewicht dieser Seile wird Kraftersparung der Leute am Schwengel bewirken, und dann scheint auch, wie oben schon erwähnt, die Erfahrung gezeigt zu haben, dass die Arbeit mit einem besondern Bohrhäuer besser von Statten gehe, als ohne denselben. Für Bohrlöcher von geringerem Durchmesser versprechen die eisernen Seile noch den Vortheil, dass sie sich weniger an den Seitenwänden reiben und darum wohl weniger schnell abgenutzt werden, als die Hanfseile.

3) Die Stellung des Schwengels zu der damit verbundenen Prellstange ist von grosser Wichtigkeit für den Effect der Bohrarbeit. Liess man die letzte zu wenig wirken, war also der Riemen, der sie mit dem Schwengel verbindet, zu lose, so vermindert sich der Hub und die Wirkung des Meissels war sehr unbedeutend. Wenn dagegen der Riemen zu stark gespannt wurde, so war die Wirkung fast ganz Null. Am Grössten war der Effect, wenn der Riemen nur so gespannt war, dass er sich erst nach einem Hube von 10 Zoll (bei'm Schwengel) spannte und die Prellstange in Bewegung setzte; im Allgemeinen, wo er bei'm halben Hube (oben) angezogen wird. — Die Wirkung des Bohrers (nach dem Klange bei'm Auffallen beurtheilt) war fast bei jedem Hube verschieden; einmal sehr bedeutend, das anderemal Null. Da der Hub am Schwengel immer derselbe war, so lässt sich diese Erscheinung wohl nur aus der Verschiedenheit des Seilstreckens erklären, für welche gleichwohl wieder keine ganz genügende Erklärung aufgefunden werden kann.

4) Die Reinhaltung des Bohrlochs hat, wie längst bekannt, auf die Förderung der Bohrarbeit den grössten Einfluss und ist für Bohrlöcher von grossem Durchmesser besonders wichtig. Denn wenn in einer Schicht durchschnittlich nur 5 Zoll abgebohrt werden, so ist die losgemachte Masse 1771,60 Cubikzoll, mit einem Gewichte von mehr als 130 Pfund. — Der Bohrschmand wird, wenn er nicht stets in Bewegung erhalten wird, bald so fest, dass alle Hübe ohne Wirkung bleiben und die Arbeit nicht vorrückt. Ein öfteres Reinigen des Bohrlochs hilft diesem Uebel allerdings ab, aber der Zeitverlust ist dabei so gross, dass man gern so selten, wie möglich, den Löffel einhängt. Darum ist eine Vorrichtung, den Bohrschlamm gleich bei der Arbeit aufzufangen, mehrfach versucht worden; die angebrachten Löffel haben aber selten auf längere Zeit den heftigen Erschütterungen widerstehen können und sind darum wieder aufgehoben worden.

Hr. Sello schlägt für weite Bohrlöcher einen einfachen Schlammlöffel vor, welcher unter den Leitungsrädern sackförmige Höhlungen hat, durch welche die zum Durchlassen des Wassers bestimmten Oeffnungen zwischen den Schmandsäcken und Kränzen der Leitungsräder nicht zu sehr verengt werden dürfen. Es wird zwar durch Anbringung solcher Säcke die Wirkung des Bohrers etwas gehemmt, indem er bei'm Niedersinken mehr Widerstand findet, allein diese Verminderung scheint durch die von den Schlammsäcken zu erwartenden Vortheile überboten zu werden.

Um den Versuch zu machen, welcher Erfolg von solchen Schlammsäcken zu erwarten sey, liess Sello dergleichen aus starkem Leder fertigen. Es waren spitze Beutel von 12—14 Zoll Länge und oben 5 Zoll im Durchmesser, die zwischen die Speichen des obern Leitungsrades gehangen und durch Riemen an den Speichen befestigt wurden. Um den Durchgang des Wassers nicht zu hemmen, wurden nur drei solcher Beutel angebracht, die drei übrigen Räume aber frei gelassen. An dem weiteren Leitungsrade konnte kein Sack angebracht werden, weil der Raum bis zum Meissel zu klein war. — Die Säcke füllten sich in kurzer Zeit mit Bohrschlamm. Weil jeder nur höchstens 5—6 Pfund fassen konnte, so konnte der Zweck, das Loch stets frei davon zu erhalten, nicht erreicht werden, und der Versuch hat nur dazu gedient, zu zeigen, dass jedes Gefäss, wenn auch seine obere Oeffnung weit ist, geeignet sey, den Bohrschlamm aufzunehmen und das Ort des Bohrlochs frei zu erhalten. In den Säcken hatte sich der Schlamm übrigens so fest gesetzt, dass er nur mit Hülfe spitzer Eisen daraus entfernt werden konnte; auch litten die Riemen, mit welchen die Säcke an den Speichen festgeschnallt waren und mussten oft geflickt und durch neue ersetzt werden. Die Wände der Schlammsäcke von Gusseisen werden desshalb nicht zu schwach gegossen werden dürfen.

5) Die Meissel müssen durch Riemen mit den Speichen des Leitungsrades verbunden werden, um sie bei einem etwaigen Bruche des Zapfens ohne Fanginstrument herausziehen zu können. Diese Vorrichtung hat sich als sehr nützlich erwiesen, und sie sind auch bei Meisseln von kleinerem Durchmesser und selbst bei'm Bohren mit dem Gestänge mit Erfolg angebracht. Wenn die Meissel in die Bohrstange eingeschraubt werden, ist ihre Befestigung durch den Riemen noch nöthiger, denn es kommt nicht selten vor, dass die Meissel sich aufdrehen und, ohne dass ein Bruch stattgefunden hat, in dem Bohrloche zurückbleiben. — Wenn der Bohrer sich selbst dreht, so ist diese Drehung immer links, wenigstens war dies sowohl bei dem 18zölligen Bohrloche, als bei einem 6zölligen, das in Saarbrücken abgebohrt ward, der Fall. Weil nun die Schrauben gewöhnlich so geschnitten werden, dass sie bei'm Rechtsumdrehen fest werden, so wurden die Meissel bei'm Saarbrückner Bohrloche bei'm Arbeiten stets losgeschraubt, und ihre Befestigung durch einen Riemen war ganz unerlässlich. Zur Vermeidung dieses grossen Uebelstandes wird man desshalb wohlthun, bei jedem Seilbohren die Schrauben links schneiden zu lassen.

Was nun übrigens den Fortschritt der Arbeit und die Leistung des Seilbohrers betrifft, so fügen wir noch die aus dem Bohrjournale gezogenen allgemeinen Resultate bei:

Es sind vom 23. Mai 1834 bis zum 24. Novbr. 1835 in 541 Arbeitstagen, oder in 1770 Bohrhäuerschichten, 2809 Zoll oder 35 Lachter 8 Zoll Saigerteufe vom Tage nieder bis auf das Brustflötz der Gerhardgrube abgebohrt worden, wofür die Ausgaben betragen haben:

Für Löhne	706 Thlr.
- Schmiedekosten	139 —
- Leder und Sattlerarbeit . . .	3 —
Zusammen	848 Thlr.

Es wurde grösstentheils nur mit drei Häuern gearbeitet und nur in den letzten 3½ Monaten der vierte Mann beigegeben, weil man fand, dass das Drehen des Seiles durch einen besonderen Bohrhäuer bessere Resultate gab, als wenn der Meissel sich

durch die An- und Abspannung des Seils selbst drehen musste. Fünf Mann, die in dem letzten Monate versuchsweise angestellt wurden, förderten die Arbeit wenig, und es zeigte sich, dass mit vier Mann vollkommen auszureichen war. Die täglichen Leistungen richteten sich natürlich nach der Festigkeit des zu durchbohrenden Gesteins, das in den Conglomeraten überaus fest war.

Bringt man die Schichten für das Nachbohren des 7zölligen Bohrlochs mit in Rechnung, so kommen auf jeden Tag 5,19 Zoll und auf jeden Arbeiter in einer 12stündigen Schicht 1,58 Zoll. Vergleicht man diese Leistung mit der, welche bei'm gewöhnlichen Bohren mit Gestänge und einem $3\frac{1}{2}$zölligen Meissel in demselben Gebirge im Jahre 1833 erhalten worden sind, so ergiebt sich, dass mit dem 18zölligen Bohrer bedeutend mehr, als mit dem $3\frac{1}{2}$zölligen Meissel geleistet worden ist, denn mit letzterem wurden in 420 Häuerschichten 533 Zoll abgebohrt, was nur 1,26 Zoll auf jede Häuerschicht giebt. Bei gleichen Löhnen würde daher das 18zöllige mit dem Seilbohrer niedergestossene Bohrloch wohlfeiler zu stehen kommen, als das $3\frac{1}{2}$zöllige mit dem gewöhnlichen Gestänge abgebohrte.

Weil die Löhne zusammen 706 Thaler betragen haben, so macht dies für jede der verfahrenen 1770 Schichten 12 sGr. Für das Bohren mit Gestänge wurden dagegen nur 10 sGr. für eine 12stündige Tagesschicht gegeben. Der letzte Satz gilt auch als Norm für das Saarbrückner Revier, und wenn für das Seilbohren 2 sGr. für die Schicht mehr gegeben wurden, so liegt der Grund darin, weil man die Arbeit nicht stets unter Aufsicht halten konnte und den Fleiss der Leute durch das bewilligte höhere Lohn anregen wollte.

Mit den Schmiedekosten stellt sich das Lachter des 18zölligen Bohrlochs auf 24 Thlr. 4 sGr. 2 Pf., wogegen die Kosten für das $3\frac{1}{2}$zöllige mit dem Gestänge niedergestossene Bohrloch nur 23 Thlr. 10 sGr. 2 Pf. betrugen. Rechnet man indess auch hier das Schichtenlohn zu 12 sGr., so stellen sich die Kosten eines Lachters auf 27 Thlr. 1 sGr. 3 Pf., also um 2 Thlr. 27 sGr. 1 Pf. höher, als das Lachter des 18-zölligen Bohrlochs.

Die Schmiedekosten haben 139 Thlr., also für das Lachter 4 Thlr. $1\frac{1}{4}$ sGr. betragen oder 2,8 Proc. der Gesammtkosten. Bei dem $3\frac{1}{2}$zölligen Bohrloche betragen sie 9 Thlr. 11 sGr. 2 Pf., bei der Gesammtausgabe von 155 Thlr. 15 sGr. 2 Pf., was 6 Procent entspricht.

Bei'm Seilbohren verhalten sich daher die Schmiedekosten im Vergleiche zu den Gesammtkosten viel günstiger, als bei dem Gestängbohren, dagegen ungünstiger, wenn man sie gegen die Bohrteufen vergleicht. Denn während bei ersterem die Schmiedekosten, wie oben angegeben worden, für das Lachter 4 Thlr. $1\frac{1}{4}$ sGr.
betrugen, erforderte das Abbohren von 6 Lachter 5 Achtl. 3 Zoll mit dem Gestänge und dem $3\frac{1}{2}$zölligen Meissel nur 9 Thlr. 11 sGr. 2 Pf., also für das Lachter 1 — $12\frac{1}{4}$ —

also 2 Thlr. 19 sGr. weniger.

Die öftere Umarbeitung der schweren Meissel, die bei dem sehr festen Sandsteine oft zweimal in einer Schicht gewechselt und für deren Schärfen anfänglich 15 sGr. bezahlt werden mussten, erhöhte die Schmiedekosten sehr. In der letzten Zeit sind nur 12 sGr. für das Schärfen der grossen Meissel bezahlt worden, und es ist zu

hoffen, dass die Schmiedekosten bei einem neu zu stossenden Bohrloche sich wesentlich vermindern werden.

Als Resultat dieser Zusammenstellung ergiebt sich, dass die Kosten eines Bohrlochs von 18 Z. im Durchmesser bei der geringen Teufe von 200—300 F. und bei Anwendung des Seilbohrers geringer sind, als die, welche bei'm Niederstossen eines Bohrlochs von $3\frac{1}{2}$ Fuss im Durchmesser bei Anwendung des Gestänges erwachsen, und dass die letzteren bei zunehmender Teufe sehr bedeutend sich erhöhen, während sie bei'm Seilbohren ziemlich dieselben bleiben.

Bei Meisseln von kleinerem Durchmesser sind die Kosten bei'm Seilbohren noch ungleich geringer, als bei'm Bohren mit Gestänge und die Leistungen bei weitem grösser. Bei einer und derselben Methode scheinen die letzteren sich zu verhalten wie die Durchmesser der Meissel, vielleicht selbst wie die Querschnitte der Bohrlöcher. Dies geht zum Theil aus den Versuchen hervor, welche in der Bohrtabelle im Novbr. 1835 mit dem 7zölligen, mit dem Schlammlöffel versehenen Seilbohrer in 33—34 Lachter Bohrteufe gemacht worden sind. Der Zweck dieser Versuche war, zu sehen, ob das Bohren mit dem 18zölligen Bohrmeissel nicht bedeutend gefördert werde, wenn mit einem Meissel von kleinerem Durchmesser vorgebohrt würde.

Der Erfolg entsprach den Erwartungen nicht. Zwar ging die Arbeit des Nachbohrens in den ersten drei Schichten sehr gut von Statten; sowie das Gestein aber etwas fester wurde, konnte der grosse Meissel nicht mehr regelmässig gedreht werden, so dass Füchse gebohrt wurden und die meiste Zeit mit Büchsen verloren ging, um das Loch wieder rund zu machen.

Die Erfahrung lehrt, dass jedes Bohrloch einen grössern Durchmesser hat, als der Meissel, womit dasselbe gebohrt wurde und so hat auch das mit dem 18zölligen Meissel gebohrte Loch fast 20 Zoll im Durchmesser, lässt daher eine Befahrung sehr gut zu. Der Grund dieser Erscheinung liegt darin, das nicht Sorgfalt genug bei'm Schmieden und Schärfen der Meissel verwendet wird, und dass der Schmied gewöhnlich die eine Hälfte desselben länger, als die andere, auszieht.

Es scheint nun nach dem Obigen unzweifelhaft zu seyn, dass das Seilbohren nach der beschriebenen Art und Weise, bei mässig tiefen Bohrungen und in festem, wenigstens nicht brüchigem Gestein, wie es die meisten Schichten der Steinkohlenformation sind, gelingt. Dagegen sind alle bis jetzt zu unserer Kenntniss gelangten Bohrversuche im Mergel, weichem Thone, oder im Sande gescheitert. Die Werkzeuge sind in den Schichten oder unter den Brüchen stecken geblieben, und man konnte sie nicht wieder herausziehen.

Bei den Schurfarbeiten auf Steinkohlenflötze bei Trafaiach in Steiermark sind die Hanfseile sehr vortheilhaft durch Eisendrahtseile ersetzt worden. Man fertigte sie aus ungeglühetem Drahte, Nr. 10, bei einer Anzahl von 27 einzelnen Drähten, 3 Drähte zu einem Faden, 3 Faden zu einer Litze und 3 Litzen zu dem ganzen Seile gewunden, am Zweckmässigsten an. Als sehr zweckmässig zeigte sich auch die dort in Anwendung gebrachte Art des Seilschlusses, d. i., die Verbindung des Seiles mit der Kette, welche einen ganz kleinen ausgebohrten und abgedrehten Knopf fordert *).

Kind's Versuche. Seine Meinung über das Seilbohren. — Hr. Kind erwähnt, in seinem oft citirten Werke, das Resultat eines Seilbohrens, nach der in dem

*) Berg- und Hüttenmännische Zeitung, 1843, S. 931. Zusatz. H.

weiter oben aufgeführten Werke von Frommann angegebenen Methode, welche in einem Schachte zu Stotternheim, im Grossherzogthume Weimar, im Betriebe war, und welches die Tiefe von 900 bis 1000 Fuss erreicht hatte. Das Gewicht der Stange, die man anfänglich anwendete, betrug fast 250 Pfd., allein es wurde zu gering gefunden und auf 800 Pfund erhöhet. Dennoch war es unmöglich, wahrzunehmen, ob das Werkzeug zu gleicher Zeit mit dem Seile gehoben wurde, oder nicht. Nach mehrtägiger Arbeit kam man auf das Stangenbohren zurück und fand, dass das Bohrloch nur etwa 3 Zoll tiefer geworden war. Da ein zweiter Versuch keine günstigern Resultate gab, so folgerte Kind, dass bei Tiefen unter 150 oder 200 Fuss das Seilbohren nicht anwendbar sey.

Demnach scheint also das Seilbohren auf seinem jetzigen Standpuncte ausschliesslich für eine besondere Classe von Gebirgsgesteinen, namentlich der meisten Steinkohlenformationen und für mässige Tiefen von 150 bis 180 Fuss, anwendbar zu seyn. Uebrigens kann es auch sehr zweckmässig mit dem gewöhnlichen Stangenbohrer verbunden werden, wenn man ein Gestänge mit den gewöhnlichen Fangwerkzeugen, im Fall eines Seilbruches, zum Herausziehen, des unten im Bohrloche liegen bleibenden Bohrers anwendet, welches auf diese Weise leichter zu bewerkstelligen ist.

Wechselscheeren oder Schieber. — Eine sehr wesentliche Verbesserung des Stangenbohrens ist zuerst von dem Hrn. Geheimen Bergrath v. Oeynhausen in Berlin angegeben worden *). Sie besteht darin, das Gestänge, wenn die Bohrarbeit eine grosse Tiefe erreicht hat, aus zwei getrennten Theilen bestehen zu lassen, welche durch eine Art Schieber miteinander verbunden sind, der in den Figg. 13, 14, 15, 16, 17, 18 und 19, Taf. 8, dargestellt worden ist. Diese Wechselscheere besteht aus der Stange *b*, welche auf die gewöhnliche Weise mit den untern Stangen verbunden worden ist, und die durch eine quadratische Oeffnung in dem cylindrischen Wulst *c* geht; die quadratische Stange kann sich frei in dieser Oeffnung um eine $ik = fg$ gleiche Länge bewegen. Der Wulst *c* ist mittelst der beiden Arme oder Federn *a* mit der Stange *q* am obern Theile des Gestänges mittelst Schraube und Mutter, wie gewöhnlich, verbunden. Die quadratische Stange *b* endigt über der Oeffnung in einen Kopfe, der in dem Raume zwischen beiden Armen *a* gleitet, und durch welchen der untere Theil der Stange auf die Ränder der Oeffnung in dem Wulst *c* geführt wird. Aus dieser Einrichtung

*) Herr Le Play bemerkt in *Annales des Mines 3. Sér., Tome XV, p. 447*, dass diese Verbesserung von dem Hrn. Geheimen Bergrath von Oeynhausen in Berlin herrühre. Hr. Kind sagt in seinem Werke, dass er darauf gekommen sey, sein Bohrgestänge in zwei Theile zu theilen, die mittelst eines Schiebers miteinander verbunden seyen, indem ihn die häufigen Gestängebrüche bei dem Abbohren des Bohrlochs zu Stotternheim, als dasselbe die Tiefe von 1000 Fuss erreicht, dazu veranlasst hätten. Das Bohrloch zu Stotternheim wurde am 24 März 1830 begonnen und am 13. April 1835 beendigt; am 30. April 1834 hatte es eine Tiefe von 1000 Fuss erreicht. Von jenem Zeitpuncte ab schreibt sich also Hrn. Kind's Erfindung her. Hr. Berghauptmann v. Dechen (Karsten's Archiv, Bd. XII, S. 73) bemerkt, dass Hr. v. Oeynhausen von dem sogen. Wechselstück oder Schieber bei der Bohrung zu Neusalzwerk bei Minden im Monat Juni 1834 Anwendung gemacht habe. Es hätten demnach die Herren Kind u. v. Oeynhausen dieselbe Verbesserung fast zu gleicher Zeit gemacht.

Der Uebersetzer bemerkt noch, dass die Erfindung des Schiebers wiederum ganz neuerlich in der Allgem. preuss. Zeitung, in einem Schreiben aus Luxemburg vom 7. Febr. 1844, dem Hrn. Kind vindicirt wurde, wogegen der in Polen mit Bohrversuchen beschäftigte. Hr. Aug. Rost, Verfasser eines 1843 zu Thorn unter dem Titel „Deutsche Bergbohrerschule“ erschienenen Werks über die Bohrarbeit, in einem spätern Art. in der Allgem. Preuss. Zeitung die Erfindung auch für sich in Anspruch nimmt und sagt, dass Hr. v. Oeynhausen ihm versichert habe, die erste Idee rühre von dem Hrn. Oberbergrath Althans zur Sayner Hütte her.

folgt, dass die beiden Theile des Gestänges unabhängig voneinander sind, dass dagegen die Drehung des einen auf die des andern übertragen werden kann. Wenn nun der untere Theil bei'm Niederfallen gegen die Sohle des Bohrlochs schlägt oder stösst, so bleibt der obere Theil an dem Bohrseile hängen und das Stück *c* gleitet, indem es längs der Stange *b* hinabgeht, so dass die Erschütterungen des untern Theiles denen des obern nicht mitgetheilt werden. Man sieht übrigens dahin, dass der Bohrschwengel nicht zu weit gehoben werde, so dass das Stück *c* nicht so weit niedergehen kann, dass es gegen den Bund *f* oder der Kopf *i* gegen das Ende *k* des Bügels stossen kann. Es hat demnach der ganze obere Theil des Gestänges keine andere Function, als den untern Theil desselben zu heben und ihm die drehende Bewegung bei dem Abbohren mitzutheilen. Sein Gewicht wird stets von dem Bohrseile getragen, und nur der untere Theil wirkt durch sein Gewicht auf das Gebirge. Man vermindert dadurch fast gänzlich das Reiben oder Peitschen des langen Gestänges, wodurch die obern Theile des Bohrlochs so sehr ruinirt werden, sowie auch das Stauchen und die schnelle Abnuzzung der Verbindungen der Gestänge, welche die nothwendige Folge der Einwirkung des Gewichts des obern Theils von dem Gestänge auf die untern Theile sind, sobald alle Mittelstücke fest miteinander verbunden sind und man durch den Stoss abbohrt. Endlich lässt sich auch die senkrechte Linie der Stangen in Gesteinen von ungleicher Festigkeit leichter erhalten.

Mittelst dieses Apparats gelang es Hrn. v. Oeynhausen, die Dimensionen von dem obern Theile des Gestänges, welcher nur zur Mittheilung der Bewegung dient, bedeutend zu vermindern. So bestand bei der Bohrarbeit zu Neusalzwerk bei Rhene, unweit Minden (die neuerlich über 2000 Fuss Tiefe erreicht hat und die tiefste bekannte ist), bei einer Tiefe von 403 Met. (1300 Fuss), der obere 356 Met. (1134 F.) lange Theil des Gestänges aus quadratischen Stangen von 0,026 Met. (1 Zoll) Querschnitt; der untere Theil, der einzige, welcher durch den Stoss auf die Sohle des Lochs einwirkte, und der nur 37 Met. (118 Fuss) lang war, war dagegen 0,052 Met. ($2\frac{1}{2}$ Z.) im Quadrat stark. Die Einwirkung des Bohrers auf das Gestein war eben so stark, als wenn die Stangen sämmtlich fest miteinander verbunden wären. Man wird einsehen, dass, wenn ein so ausserordentlich langes Gestänge auf die Sohle eines Bohrlochs fällt, der grösste Theil von der bei dem Falle erlangten lebendigen Kraft nicht auf das Gestein wirkt, sondern sich in Erschütterungen verliert, oder die Verbindungen der Stangen zerstört. Ja man kann selbst ein sehr langes Gestänge nicht höher, als 0,15 bis 0,16 Met. (6 bis 7 Z.), fallen lassen, ohne Brüche befürchten zu müssen, während das Bohren mit der Wechselscheere in allen Teufen mit gleich hohem Hube geschehen kann.

Gegengewicht oder Feder, um den obern Theil des Gestänges im Gleichgewichte zu erhalten. Der Hub des Bohrschwengels, wodurch bei der Bohrarbeit der Bohrer gehoben wird, muss, wie schon bemerkt, beschränkt werden, und zwar so, dass der obere Theil des Gestänges noch sinkt, wenn der untere Theil schon auf der Sohle aufgeschlagen hat, jedoch um eine geringere Entfernung, als der leere Raum *ik* der Scheere, so dass nicht beide Gestängtheile zusammenstossen, wodurch sie leiden würden. Man kann den obern Theil des Gestänges, mittelst eines beweglichen Gegengewichts, welches auf dem langen Hebelarme des Schwengels angebracht ist, oder mittelst eines, unter dem ersten vorhandenen besondern Balanciers, der ohne mit dem Gestänge fest verbunden zu seyn, dennoch seiner wechselnden Bewegung folgt,

das Gleichgewicht halten. Man muss darauf achten, dass die Gegengewichte, mit denen man dem obern Gestängtheile das Gleichgewicht hält, indem sie zu gleicher Zeit die zum Heben des Bohrers erforderliche Bewegungskraft vermindern, auch dasselbe bei der durch die ganze Masse, in dem Augenblicke, in welchem sie den niedrigsten Punct des Falles erreicht hat, erlangten Geschwindigkeit bewirken. Nun verhält sich die Wirkung der Meissel auf das Gestein ohne Zweifel fast proportional der lebendigen Kraft der auf die Bohrlochssohle fallenden Masse, wenn dieselbe eine mittlere Länge hat. Nimmt man dies als Grundsatz an, so muss man daraus folgern, dass das Gegengewicht, mittelst dessen man dem obern Geştängtheile das Gleichgewicht hält, das Verhältniss des Nutzeffects zu der bewegenden Kraft um so mehr vermindert, als es auf das Ende eines längern Hebelarms |wirkt.

Es sey P das Gewicht des untern Theils von dem Bohrgestänge, der fest mit dem Bohrwerkzeuge verbunden ist, P' das Gewicht des obern Theils von dem Gestänge, der mit dem andern durch die Wechselscheere verbunden ist, P'' ein Gegengewicht, welches dem Gewichte P' zum Theil das Gleichgewicht halten soll, und welches an dem langen Arme des Bohrschwengels oder an einem Balancier angebracht ist, der den Bewegungen des Gestänges folgt; es seyen ferner R und r die Entfernungen des Punctes, auf welchen das Gegengewicht P'' wirkt, von dem Drehpuncte des Schwengels. Das Gewicht des letztern oder des Balanciers lassen wir bei dieser Berechnung unberücksichtigt, indem dieselbe keine Ansprüche auf Genauigkeit machen soll, sondern nur den Zweck hat, die Art und Weise der Wirkung des Gegengewichts zu verdeutlichen.

Hebt man den Bohrer auf eine Höhe H, so wird das Gegengewicht P'' um eine gleich $H \times \frac{R}{r}$, sinken und die bei der Arbeit angewendete bewegende Kraft wird, lässt man die Reibungen unberücksichtigt:

$$(P + P')\,H - P'' \times H\,\frac{R}{r} = \left(P + P' - P''\,\frac{R}{r}\right) H.$$

Bezeichnet man mit V die Geschwindigkeit, welche von dem Bohrer erlangt ist, wenn er das Ende des Falles H erreicht, so wird das Gegengewicht P'' eine $V \times \frac{R}{r}$ gleiche Geschwindigkeit erlangt haben und das ganze System wird dann, wenn man die Reibungen unberücksichtigt lässt, ausgedrückt werden mit:

$$(P + P')\,\frac{V^2}{2g} + P''\,\frac{R^2}{r^2}\,\frac{V^2}{2g} = \left(P + P' + P''\,\frac{R^2}{r^2}\right)\frac{V^2}{2g},$$

wobei g die Geschwindigkeit bezeichnet, die ein schwerer Körper bei dem freien Fall in der ersten Secunde durchläuft, und die man zu 9,81 Met. (32 Fuss) annehmen kann. Nach dem Grundsatze der lebendigen Kraft, wird die Geschwindigkeit durch die Gleichung

$$\left(P + P' + P''\,\frac{R^2}{r^2}\right)\frac{V^2}{2g} = \left(P + P' - P''\,\frac{R}{r}\right) H$$

bestimmt.

Der Nutzeffect ist proportional der lebendigen Kraft des Gewichts P allein d. h. $= P\,\frac{V^2}{2g}$.

Das Verhältniss dieses Nutzeffectes zu der angewendeten Kraft ist daher gleich:

$$\frac{P\frac{V^2}{2g}}{\left(P + P' - P''\frac{R}{r}\right)H} = \frac{P}{P + P' + P''\frac{R^2}{r^2}}.$$

Dieses Verhältniss vermindert sich, wie wir sehen, in dem Maasse, als das Gegengewicht P'' und die Entfernung R desselben von dem Drehpuncte des Schwengels zunehmen. Ist das Gegengewicht P'' null, so wird es $= \frac{P}{P + P'}$. Es würde gleich 1 seyn, wenn P null wäre, d. h., wenn die Bohrgestänge alle unveränderlich miteinander verbunden wären. Allein alsdann wirkt, wie es die Erfahrung zeigt, die durch die obern Theile des Gestänges erreichte lebendige Kraft nicht nutzbar auf die Bohrlochssohle, sondern zerstörend auf das Gestänge und die Bohrlochsstösse.

Statt das Gegengewicht so anzubringen, dass es die zum Heben des Gestänges erforderliche Kraft vermindert, indem es zu gleicher Zeit den obern Theil des Gestänges in der Scheere hält und sein Niederfallen auf den untern Theil verhindert, nachdem dieser auf die Bohrlochssohle aufgestossen hat, kann man die Einrichtung so machen, dass sie nun die letztere Wirkung thut. Man braucht den zweiten Balancier oder Schwengel nur in eine Gabel endigen zu lassen, in welcher das Bohrgestänge frei gleiten kann. Man richtet eine Stütze vor, welche das Gegengewicht trägt, so dass dasselbe der Bewegung des Gestänges nicht folgt, wenn man dasselbe anholt. Lässt man es darauf wieder zurückfallen, so darf der obere Theil des Gestänges den Balancier nicht eher treffen, als nachdem das Bohrwerkzeug schon auf die Bohrlochssohle aufgeschlagen hat. Die Wirkung des Gegengewichts beschränkt sich alsdann darauf, die von dem obern Theile des Gestänges erlangte Geschwindigkeit nach und nach wieder aufzuheben und den Stoss desselben gegen die Scheere, oder gegen das Seil und den Bohrschwengel zu verhindern. Das Verhältniss des Nutzeffects zu der entwickelten bewegenden Kraft reducirt sich alsdann in allen Fällen auf $\frac{P}{P + P'}$, ebenso, als wenn kein Gegengewicht existirte. — Hr. Degoussée, der die Wechselscheere sogleich bei seinen Bohrapparaten angenommen hat, hat zum Gegengewichte des obern Gestängtheils ähnliche Vorrichtungen, als die beschriebenen. Kind hat bei seinen Apparaten kein Gegengewicht nöthig; die hölzerne Stossfeder, die er in allen Fällen anwendet, reicht wirklich hin, um den obern Gestängtheil aufzuhalten, vorausgesetzt, dass man sie hinreichend stark macht, und diese Feder ersetzt das Gegengewicht offenbar sehr vortheilhaft.

Zu dem obern Theile des Gestänges über dem Schieber sind schwache Stangen sehr zweckmässig; sie haben alsdann nur das Gewicht des untern Gestänges und ihr eigenes zu tragen, und dazu ist ein geringer Querschnitt hinreichend, denn man kann ohne Gefahr das Quadratmillimeter eines guten Eisens mit 10—12 Kil. belasten. Die Torsion, welcher die Stäbe zu widerstehen haben, ist nur sehr schwach, indem sie nur darin besteht, dem Bohrwerkzeuge und dem untern Gestänge, wenn sie gehoben sind, die geringe drehende Bewegung mitzutheilen, welche bei jeder stossenden Bohrarbeit erforderlieh ist.

Trifft man aber in grossen Tiefen, unter den festen Schichten, die man durch den Stoss angegriffen hat, milde Schichten, die man drehend durchbohren müsste, so muss man die schwachen Stangen durch starke ersetzen und den alsdann nutzlosen Schieber weglassen. Die Stangen müssen alsdann einer bedeutenden Torsion widerstehen. Die Verbindungen müssen sehr fest seyn, und es leidet gar keinen Zweifel, dass in diesem Falle die Verbindung mit Gabel und Zunge zweckmässiger sey, als die Schraubenverbindung.

Bei dem 546 Met. (1740 F.) tiefen Bohrloche von Grenelle, welches Hr. Mulot in der Kreideformation niederbrachte, fand er in der Tiefe nur Thonbänke, die er drehend durchbohren musste. Er bediente sich zu dem Ende eines mit Gabeln und Zungen verbundenen Gestänges, welches im Querschnitte 0,054 Met. (2 Zoll) im Quadrat stark war. Die Zungen waren 0,10 Met. (4 Z.) breit und 0,20 Met. (8 Z.) lang (s. Taf. 3, Fig. 3). Jede Verbindung war mit 3, 0,02 Met. ($\frac{3}{4}$ Z.) starken, Schraubenbolzen versehen. Gegen das Ende der Bohrarbeit verursachte das Einsenken der Röhren grosse Schwierigkeiten, allein es fanden keine Brüche des Gestänges oder der Werkzeuge statt.

Hölzernes Gestänge und dessen Verbindung. Kind vermehrte das Gewicht des Werkzeuges und verstärkte das Gestänge unter dem Schieber, verminderte aber dessen Länge, so dass die Schwere des durch den Stoss auf das Gestein wirkenden Bohrers nach Unten zu concentrirt ist. Dagegen hat er das Gewicht des Gestänges über dem Schieber, welches nur zum Heben des Werkzeugs und zu einer geringen Drehung desselben nach dem Anholen dient, dadurch vermindert, dass er die schwachen eisernen Stangen durch lange hölzerne Stangen ersetzte, die etwas weniger wiegen, als das Volum des Wassers, welches sie verdrängen, so dass das von den Bohrarbeitern zu hebende Gewicht nicht mit der Tiefe des Bohrlochs zunimmt. Zu diesem hölzernen Gestänge wurde Kind in Folge der häufigen Brüche bei der Bohrarbeit zu Cessingen geführt. Fig. 4, Taf. 6, stellt den Meisselbohrer Kind's, dessen Stange und die sie mit dem obern Theile des Gestänges verbindende Wechselscheere dar. Die Fig. 5 *A* und 5 *B* stellen die Enden von zwei hölzernen Stangen und die von Kind angenommene Verbindung derselben dar. Fig. 6 ist der Schlammlöffel mit Ventil, der an dem Seile mittelst eines ähnlichen Schiebers, als der die beiden Theile des Gestänges verbindende ist, aufgehängt wird.

Man unterscheidet bei der Fig. 4, *A*, den Meissel mit Ohren, der bereits beschrieben und in den Figg. 8 und 9, Taf. 3 abgebildet worden ist; *B*, das Kreuz am obern Ende des Bohrers (siehe Fig. 9, Taf. 3). *C*, die eigentliche Bohrstange. *D* ein längs des obern Theils der Bohrstange verschiebbares Stück, welches zu gleicher Zeit zum Leiter und zum Senkrechthalten des Bohrers, sowie auch als Fallschirm, dient. *E* ist das Wechselstück oder der Schieber. Er besteht, wie es die Figur auch andeutet, ganz einfach aus einem gabelförmigen Stück Eisen, zwischen dessen Armen das obere, etwas flache Ende der Stange *C* tritt. In diesem Ende ist ein länglich viereckiger Schlitz vorhanden, in welchem sich von Oben nach Unten und von Unten nach Oben ein flacher eiserner Presskeil bewegt, der durch die beiden Arme der Gabel geht, und der durch ein Splett oder auch nur durch Nietköpfe darin erhalten wird. Die Bohrstange ist 22 Fuss lang und $3\frac{1}{2}$ Quadratzoll stark. Die Kanten werden etwas abgerundet, und unten wird an der Stange ein Wulst *a* angebracht, der 6 bis 8 Z. lang und 5 bis $5\frac{1}{2}$ Zoll stark ist. In dessen Mitte ist ein cylindrisches, 4 Zoll langes und

3 Zoll weites Loch gebohrt und mit Schraubenmuttergängen versehen, welches das mit Schraubengängen versehene Ende des Meissels aufnimmt. Sowohl Schraube als Mutter müssen sehr genau gearbeitet seyn, damit Stange und Bohrer, wenn sie zusammengeschraubt worden sind, eine gerade Linie bilden. An ihrem obern Ende ist die Bohrstange auf eine Länge von 4 Fuss rund und 3 Zoll stark, und auf diesem cylindrischen Stücke ist das bewegliche Stück *D* verschiebbar. Es besteht aus 6 oder 7 gekrümmten eisernen Armen, die oben und unten mit zwei Ringen *b b'* verbunden sind, die sich auf dem runden Stangenende hin- und herschieben lassen, und dessen gleitende Bewegung unten durch die Verstärkung *i*, da wo der viereckige Theil der Stange beginnt, begränzt ist. Ganz oben ist die Stange auf einer Länge von 18 Zoll platt geschmiedet, 3 Zoll breit und $1\frac{1}{2}$ Zoll stark. In diesem platten Theile ist ein 12 Zoll hoher Schlitz vorhanden, über welchem am äussersten obern Ende der Bohrstange, noch eine Eisenstärke von 3 Zoll bleibt. Durch diesen Schlitz und durch die Arme der Gabel *E* geht ein Presskeil von 3 Zoll Höhe, der an den Gabelarmen befestigt ist. Es folgt daraus, dass das mögliche Spiel des Keils in dem Schlitze 10 Zoll beträgt, welches hinreichend ist.

Der Leiter *D* besteht aus zwei Ringen *b b'*, die längs dem obern runden und platten Ende der Stange, von der Verstärkung *i* bis zur Gabel, verschiebbar sind. Beide Ringe sind durch 6 oder 7 gebogene Stücke Eisen verbunden, die eine Art von durchsichtigem Cylinder bilden, der einen etwas geringern Durchmesser, als das Bohrloch, hat. *c* ist eine, oder es sind mehrere, übereinander liegende Lederscheiben, welche den ganzen Querschnitt des Bohrlochs ausfüllen. Diese Leitung erfüllt einen doppelten Zweck; sie hält die Bohrstange senkrecht, sie dient aber auch gewissermaassen als Fallschirm und vermindert den Stoss des Presskeils gegen das untere Ende des Schlitzes im obern Ende der Stange. Lässt man den Bohrer, nachdem er gehoben worden ist, niederfallen, so folgt der Leiter *D* bei seinem Falle der Stange nicht, die in den Ringen *b, b'* gleitet und das untere Ende der Gabel trifft das Stück *D*, ehe der Keil auf den Boden des Schlitzes zurückfällt. Der Leiter sinkt alsdann herab, allein seine Bewegung ist durch den Widerstand des das Bohrloch füllenden Wassers verzögert, so dass der Keil nur mit einer geringen Geschwindigkeit auf den Schlitz aufstossen würde, wenn der obere Theil des Gestänges nicht schon vorher bei seinem Falle durch die Elasticität der am Bohrgestelle angebrachten Feder aufgehalten worden wäre. Die hier beschriebene Bohrstange wiegt 9 bis 10 Centner.

Es würde nutzlos und selbt nachtheilig seyn, den länglich viereckigen Schlitz am obern Ende der Bohrstange höher, als 12 Zoll, machen zu wollen und dem Schieber mehr Spielraum, als 10 Zoll zu geben. Das Nutzlose ist augenscheinlich. Die möglichen Nachtheile würden daraus entstehen, dass das Werkzeug an den Bohrlochswänden hängen bleiben könnte. Wenn darauf der obere Theil des Gestänges auf den Boden des Schlitzes herabfällt, so würde das Werkzeug mit seinem ganzen Gewichte auf den Keil fallen, und wenn es von einer grossen Höhe herabfiele, so könnte der Stoss einen Bruch veranlassen.

Kind's Fallschirm *). Der Fallschirm *D* ist hinreichend, wenn man über dem Schieber hölzerne Gestänge anwendet, und wenn zwischen dem Schieber und dem Werk-

*) Hr. August Rost (Bergbohrerschule, S. 115) vindicirt sich die Erfindung des Fallschirms und bemerkt, dass die hölzernen Gestänge zuerst von dem Hofrath Glenck zu Büdingen in Hessen angewendet worden seyen.
Hartmann.

zeuge nur eine einzige, 20 bis 25 Fuss lange, Stange vorhanden ist. Sind aber die eisernen Stangen länger, so könnte man, zur Verminderung der Gestängebrüche den in Fig. 11, Taf. 7 dargestellten und ebenfalls von Kind erfundenen Fallschirm anwenden. Er besteht aus einer Scheide von Blech von 2 Fuss Länge und der sich drehend und schiebend auf dem Theile *d* der Stange bewegen kann. Am obern Theile dieser Scheide ist eine Kappe angebracht, die aus zwei sehr dicken, übereinander gelegten Lederstücken, die zusammengenähet sind, besteht. Es hat dieses Leder die Form eines Trichters oder eines Regenschirms und ist in der Mitte mit einer Oeffnung zum Hindurchgeben des Wassers versehen. Mit dem Leder sind vier eiserne Stäbe *e, e* verbunden, deren anderes Ende durch Gelenke mit der Scheide verbunden ist. Damit sich das Leder nicht zu rasch an dem Gesteine der Bohrlochswände abnutze, sind mehrere gekrümmte Eisenstäbe *f, f* darauf befestigt, die mehrere Zolle über seinen Rand hervorstehen. Die Verschiebung des Fallschirms längs der Stange *d* ist oben und unten durch die Wülste an ihren beiden Enden, oder durch besondere Bunde begränzt. Nimmt man nun an, dass ein Theil des Gestänges, welches mit einem solchen Fallschirme versehen ist, sich zufällig ablös'te und auf die Bohrlochssohle herabfiele, so würde der Widerstand, welchen der lederne Hut dem Durchgange des Wassers entgegensetzt, den Fall dermaassen verzögern, dass jeder Bruch unmöglich gemacht werden würde. Dieser Fallschirm hat ausserdem den Vortheil, in Löchern mit sehr brüchigen Wänden angewendet werden zu können, vorausgesetzt, dass er nicht die von den Wänden abgelös'ten Gesteinbruchstücke aufhält, die aber seitwärts durchgehen können.

Schlammlöffel mit Ventil und mit Schieberstange. Kind's Schlammlöffel mit Ventil ist mit einer Stange mit Schieber, ähnlich dem an dem Gestänge befindlichen, versehen, wie man aus Fig. 6, Taf. 6 ersieht. *A* ist auf derselben der Schlammlöffel, *B* die Stange, an welche derselbe geschraubt ist, und welche einen etwa 26 Zoll hohen Schlitz hat. *C* ist die Gabel, durch deren Arm unten der Presskeil geht, der sich in dem vorhergehend erwähnten Schlitz bewegen kann. *D* ist der drehbare Bügel, durch den der Apparat mit dem Löffeltheile verbunden ist, welcher sich auf einen Haspelrundbaume von 2 Fuss Durchmesser wickelt, der mit zwei Hörnern von 17 Zoll Halbmesser versehen ist. Zuweilen ist es der Fall, dass der Schlammlöffel in dem Bohrloche durch von Oben herabfallende Gesteinstücke, die sich zwischen ihm und den Wänden einklemmen, hängen bleibt. Alsdann befördert die Stange mit Schieber *B C* sein Herausziehen, indem sie ihm von Oben nach Unten, oder von Unten nach Oben, eine stossende Bewegung mittheilt, die das Fallen der Gesteinstücke, entweder in den Cylinder, oder auf die Bohrlochssohle, veranlassen. Man wendet aber die Stange mit Schieber auch zu andern Zwecken an. So haben wir schon bemerkt, dass sie Kind anwendete, um den Keil des Röhrenziehers, Fig. 3, Taf. 7, einzusenken, indem er das Stück von einer eisernen Stange zwischen dem Bügel *D* und der Schieberstange *B C* anbrachte, welche auf die Stange des Keils von dem Werkzeuge, zum Herausziehen der Röhren, geschraubt wird.

Verbindung der hölzernen Stangen untereinander. Die Fig. 5 *A* und 5 *B*, Taf. 6, stellen die hölzernen Stangen und deren Verbindung dar. Die Stangen bestehen aus Fichtenholz, welches vollkommen gerade gewachsen seyn und weder Aeste noch sonstige Fehler haben muss. Sie werden daher aus vollkommen geraden und astlosen Fichtenstämmen gehauen, und deren Länge gleich der ist, welche die Theile der Stange haben müssen, und die übrigens von der Höhe des Bohrgerüstes abhängt.

Bei dem von Kind ausgeführten Bohrloche von Besch an der Mosel, unweit Trier, war das Gerüste so hoch, dass man das Gestänge in 80 fusslangen Stücken auseinander nehmen konnte. Jede Stange wurde daher 40 Fuss lang. Es wurde daher ein Fichtenstamm in 2 Quadratzoll starke Balken zerschnitten, und diese wurden darauf in $1\frac{3}{4}$ Zoll starke runde Stangen verwandelt. Die Stangen wurden auf folgende Weise miteinander verbunden: Die beiden Enden der Stangen, Fig. 5 *B*, werden von 14 Zoll langen Muffen oder Stürzen aus $2\frac{1}{2}$ Lin. starkem Eisenblech umgeben, welche nach Oben zu etwas auslaufen oder konisch sind. Der Durchmesser wird dadurch um $\frac{1}{4}$ Z. von dem schwächsten Ende, wo dieser Durchmesser dem der Stange genau gleich ist, d. h., $1\frac{3}{4}$ Zoll, bis zum obern Ende, verstärkt. Um die Abnutzung oder das Spalten der Stange durch den Muff, wenn man ihn auf derselben befestigt, zu vermeiden, wird der untere Rand des Muffs schneidend gemacht, indem man ihn im Innern mit der Feile abschärft, so dass das untere Ende etwas weiter wird. Darauf wird das Ende der Stange geölt und der Muff so heiss gemacht, dass das Holz zu brennen anfängt. Dann wird der Muff auf das Holz gesteckt, das enge Ende voran und herüber getrieben, so dass es die Stange 10 Zoll lang bedeckt und folglich 4 Zoll über dieselbe hervorragt. Darauf treibt man von Oben herab in die Achse der Stange einen langen, spitzen Keil von ganz trocknem Buchenholze, und in diesen treibt man ein zugespitztes Eisen. Dadurch wird der Muff ganz vollkommen und unveränderlich fest mit der Stange verbunden. In den leeren Raum *k* des Muffs treibt man darauf das Ende *b* eines geschmiedeten Stücks Eisen, welches aus zwei cylindrischen Theilen von ungleichem Durchmesser besteht. Das Schwanzende *b* ist 4 Zoll lang und muss den Raum in dem Muffe über der Stange genau ausfüllen. Die Wülste *a, a*, Fig. 5 *A*, sind $2\frac{1}{2}$ Zoll lang und 2 Zoll stark. In diesen Wülsten sind Schraubengänge eingeschnitten, welche die mit Gewinden versehenen Enden des eisernen Stabes *I* aufnehmen, der die beiden Stangen verbindet. Um die Stücke *b, b'* in den blechernen Muffen zu befestigen, bohrt man zwei runde Löcher, die über's Kreuz und $2\frac{1}{2}$ Z. auseinander stehen, sowohl durch dieses, als auch durch jenes, und treibt runde Bolzen von $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke hindurch, die man an beiden Enden vernietet. Das Verbindungsstück *I* ist 7 bis 8 Z. lang, in der Mitte quadratisch und dort ohngefähr $\frac{3}{4}$ Zoll stark. An beiden Enden, an den mit Schraubengewinden versehenen Zapfen, hat es Verstärkungen, so dass man Stangenschlüssel und Linksdreher daran legen kann, wenn man das Gestänge heben oder einsenken, und die Stangen auseinander schrauben will.

Um das Gewicht des Gestänges möglichst zu vermindern, wurde das Verbindungsstück *I*, bei dem Bohrapparate zu Besch, an den abwechselnden Stangen, durch einen einfachen Bolzen von mit Schraubengängen versehenem Eisen ersetzt, welcher die beiden Stücke *ab, a' b'*, vereinigte, so dass, bei einem 80 Fuss hohen Bohrgerüste, das Gestänge in 80 Fuss langen Stücken auseinander genommen werden konnte und folglich stets zwei aufeinander folgende Stangen aneinander blieben.

Vortheile schwacher hölzerner Gestänge. Nach den angegebenen Dimensionen müsste sich das Gewicht der mit Eisenbeschlag versehenen hölzernen Gestänge auf etwa 2,20 Kil. das laufende Met. (etwa $1\frac{1}{2}$ Pf. der laufende Fuss) belaufen und der Gewichtsverlust würde 0,723 Kil. der laufende Fuss betragen. Demnach würde ein 400 Met. langes hölzernes Gestänge im Ganzen etwa 880 Kilogr. und im Wasser nur etwa 600 Kil. wiegen. Es sey *P* das Gewicht des Bohrwerkzeugs mit der Bohrstange, *p* das Gesammtgewicht des armirten hölzernen Gestänges, welches zum Heben

des Werkzeugs dient; P' und p' seyen die respectiven Gewichte des Bohrers und der Gestänge im Wasser. Die bewegende Kraft der am Bohrschwengel stehenden Arbeiter zu Hebung des Bohrers wird bei jedem Anholen, bei Vernachlässigung der Reibung und des Widerstandes im Wasser,

$$(P' + p')\,h$$

seyn, wobei h die Höhe des Hubes bezeichnet.

Bezeichnet nun V die von dem ganzen Gestänge am Ende des Falles erlangte Geschwindigkeit, so erhält man:

$$(P + p)\frac{V^2}{2g} = (P' + p')\,h.$$

Da die Einwirkung des Werkzeugs auf das Gestein proportional zu der lebendigen Kraft desselben, d. h. $= P\frac{V^2}{2g}$ ist: so würde dieser letztere Ausdruck dem, der aufgewendeten Arbeit entsprechenden Nutzeffect $(P' + p')\,h$ entsprechen. Man erhält daher

$$\frac{P\frac{V^2}{2g}}{(P' + p')\,h} = \frac{P}{P + p}.$$

Dieses Verhältniss ist unabhängig von dem specifischen Gewichte des Gestänges und des Werkzeuges und folglich auch von dem Gewichtsverluste im Wasser, der die von dem Falle herrührende bewegende Kraft, sowie die zur Hebung des Bohrers erforderliche, vermindert. Man sieht daher, dass es sehr wichtig ist, dass das Gesammtgewicht p so gering, als möglich, sey. Die von Kind angewendeten schwachen hölzernen Stangen gewähren daher in Beziehung auf Arbeitsersparung einen grossen Vortheil, sowie sie ausserdem den noch weit grössern haben, dass Brüche und Zufälle aller Art weit seltner, als bei einem eisernen Gestänge, und dass die sich ereignenden Zufälle weit leichter wiederherzustellen sind. Endlich gestattet es die Leichtigkeit der hölzernen Gestänge, die zusammengesetzten Bohrgestänge, wie die Treträder, die Winden u. s. w. wegzulassen und bis auf grosse Tiefen mit dem einfachen Schwengel zu bohren.

Widerstand des hölzernen Gestänges gegen das Zerreissen und gegen die Torsion. Die Gestänge von Fichtenholz leisten dem Zerreissen einen sehr bedeutenden Widerstand, der 110 bis 120 Kil. auf 1 Quadratcentimeter des Querschnittes beträgt. So kann ein Gestänge, dessen Querschnitt ein Kreis von 47 Millim. (21 Linien) Durchmesser ist, einer zerreissenden Kraft von 2000 Kilogr.) (4200 Pfd.) Widerstand leisten, welches mehr als das Doppelte von dem Gewichte eines im Wasser hängenden, 400 Met. langen Gestänges ist.

Dieselben Stangen würden aber bei einer sehr geringen Torsion zerbrechen, so dass es unmöglich seyn würde, sich ihrer zu bedienen, wenn man drehend Schichten durchbohren wollte. Kind scheint auch gar keinen Gebrauch von in drehender Bewegung angreifenden Werkzeugen zu machen. Alle festen Gesteine, sey der Grad ihrer Festigkeit, welcher er wolle, durchbohrt er mit Meisseln, Schlamm und losen Sand nimmt er aber mit dem Löffel heraus *).

*) Auch auf dem Salzwerk Elmen bei Schönebeck unweit Magdeburg wendet man ein hölzernes Bohrgestänge an, sowie sie überhaupt bei mit Soole oder Wasser ausgefüllten Bohrlöchern vortheilhaft sind. Man machte dort eben-

Hohle Bohrstangen. Man hat die Anwendung hohler Bohrstangen vorgeschlagen, weil sie den Vortheil der Leichtigkeit haben und ein grosses Volum Wasser verdrängen würden, weil sie ferner eine beträchtliche Torsion auszuhalten vermögen und daher eben so gut stossend, als drehend, wirken können.

In Beziehung auf die Gewichtsverminderung des Obergestänges würden hohle Bohrstangen sicher keine Vortheile vor möglichst schwachen massiven eisernen haben, wenn dabei die Wechselscheere angewendet wird. Wegen der Kraftersparung stehen die hohlen Stangen, wegen der bedeutendern, von dem Wasser im Bohrloche herrührenden Reibung gegen die stärkern Stangen und gegen die Bohrlochswände, im Nachtheile. Ausserdem sind die hohlen Stangen theurer, als schwache eiserne und noch weit theurer, als hölzerne. Dem Stosse leisten sie keinen bessern Widerstand, als diese letztern, und es bleibt ihnen daher nur ein Vorzug, nämlich der Torsion einen bessern Widerstand zu leisten. Ueberdies hat man noch gar keine Erfahrung für ihre Anwendung, und wir beschränken uns daher nur darauf, sie hier zu erwähnen.

Von den artesischen Brunnen.

Wir bemerkten schon im Anfange dieses Kapitels, dass der häufigste Zweck der Bohrlöcher die Aufsuchung von Springquellen sey, die in denselben bis zur Bodenoberfläche, oder bis zu einer geringen Tiefe unter derselben, emporsteigen.

Ohne hier in weitläuftige Erörterungen über die artesischen Brunnen einzugehen, die man in den hierunter aufgeführten Werken über diesen Gegenstand zu suchen hat *), beschränke ich mich hier nur auf einige Betrachtungen, die der Bergbaukunst nicht fremd seyn dürfen.

Unterirdische Wasserbehälter. Das durch den Bergbohrer aufgefundene Wasser scheint von wirklichen unterirdischen Strömen herzurühren, welche in den leeren Räumen oder Klüften gewisser Gebirgsschichten circuliren, in denen sie durch die vollkommene oder relativ grössere Undurchdringlichkeit unmittelbar darüber liegender Schichten zurückgehalten werden. Die von dem Wasser zu durchdringenden Schichten bestehen gewöhnlich aus mehr oder weniger festem oder losem Sandstein und Sand,

falls die Erfahrung, dass nur schwache hölzerne Stangen zweckmässig seyen, indem starke einen zu bedeutenden Kraftaufwand erfordern. Siehe Krause über den Gebrauch hölzerner Bohrstangen, im Bergwerksfreunde, Bd. VII, Nr. 11.
Hartmann.

*) Ausser den im Verfolg dieses Kapitels bereits erwähnten Werken über den Erdbohrer und dessen Benutzung führen wir hier noch folgende auf:

Garnier, über die Anwendung des Bergbohrers zur Aufsuchung von Brunnenquellen etc. A. d. Französ. von Waldauf von Waldenstein. Mit 20 Steintafeln. Wien 1824.

Waldauf v. Waldenstein, die neuesten Beobachtungen und Erfahrungen über die Anlage artesischer Brunnen. Wien 1831 (Gewissermaassen ein Supplement zu dem vorhergehenden).

v. Bruckmann, vollständige Anleitung zur Anlage der artesischen Brunnen. Mit 9 Steintafeln. Heilbronn 1833.

Paulucci, das technische Verfahren bei Bohrung artesischer Brunnen. Mit 4 Steintafeln. Wien 1838.

Viollet, Theorie der artesischen Brunnen, nebst einer vollständigen Anleitung zur Nutzanwendung derselben. Deutsche vermehrte Ausgabe von Bruckmann. Ulm 1841.

Hartmann, pract. Anleitung zur Anlage und Benutzung gegrabener und artesischer Brunnen. Mit 9 Steintafeln. Weimar 1843.
H.

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

oder aus festem, kluftreichen Kalkstein. In dem einen, wie in dem andern Falle durchdringt das Wasser gewissermaassen die ganze Schicht, die es unmöglich, ohne sich einen Abfluss zu verschaffen, durchdringen kann und bildet einen ausgedehnten Behälter, indem es die obern Schichten zurückhalten. Die letztern bestehen gewöhnlich aus Thon. Wenn der Bohrer, nachdem er diese durchbohrt hat, in die wasserführende Schicht gelangt, so steigt das Wasser in dem Bohrloche in die Höhe und zuweilen bis zur Oberfläche, wo es einen ununterbrochenen Strahl bildet, oder es bleibt unter der Oberfläche und muss von diesem Puncte ab mittelst Pumpen gehoben werden.

Röhren, welche das aufsteigende Wasser aufnehmen. Nie oder fast nie sind alle die von dem Bohrer durchdrungenen Schichten, ehe man zu der wasserführenden gelangt, undurchdringlich. Ein Theil von dem emporsteigenden Wasser wird sich alsdann durch Filtration in den obern losen oder klüftigen Schichten verlieren, wenn man in dem Bohrloche keine Steigeröhren anbringt, die das Wasser aufnehmen und leiten. Zur Vermeidung jedes Verlustes ist es nothwendig, dass der untere Rand dieser Röhren gegen eine wasserdichte Schicht trete, und dass eine genaue Verbindung zwischen beiden stattfinde.

Die zweckmässige Einsenkung der Steigeröhre ist eine wesentliche Bedingung für den Erfolg der Anlage eines Bohrbrunnens, ist zu gleicher Zeit aber auch eine sehr schwierige Arbeit des Brunnenbohrers.

Hydrostatisches Niveau eines artesischen Brunnens. Ist einmal eine Röhrentour eingesenkt, so kann sie auch, wenn es erforderlich ist, über die Erdoberfläche hinaus verlängert werden, so dass die emporsteigende Wassersäule nicht mehr durch die obere Oeffnung abfliessen kann. Es erreicht alsdann im Innern der Röhre einen festen und bestimmten Stand, den man das hydrostatische Niveau oder den Wasserstand des artesischen Brunnens nennen kann. Findet kein Wasserverlust an der Basis der Steigeröhre statt, so ist die Höhe des hydrostatischen Drucks über dem Boden des Bohrlochs offenbar das genaue Maass von dem Drucke des unterirdischen Wassers an diesem Puncte.

Das die wasserreiche Schicht durchdringende Wasser ist, wie schon bemerkt, keineswegs stagnirend; es bildet einen wahren Strom, der durch das Wasser der Flüsse und der Seen, unter denen das obere Ausgehende der Schichten durchläuft, oder durch das Regenwasser, seine Nahrung erhält, und der als Quellen am tiefsten Puncte dieses Ausgehenden abläuft. Diese Quellen können aber unter einem Fluss- oder unter dem Meeresbette verborgen seyn. Das Bett dieses unterirdischen Stroms ist übrigens sehr weit, aber gewöhnlich sehr versperrt, weil es nur aus den Höhlungen und Klüften der Schichten besteht.

Es folgt daraus: 1) Dass das hydrostatische Niveau eines Bohrbrunnens stets unter dem höchsten Puncte des Ausgehenden der wasserreichen Schicht und höher, als der tiefste Punct des Ausgehenden, liegt. 2) Dass dieses hydrostatische Niveau nicht ganz unveränderlich ist, weil es von der Wassermenge auf den Zuflussöffnungen und von den Ausflusspuncten des Wasserbehälters abhängt, und weil diese Wassermasse mit den Vermehrungen der Wasserläufe, welche das obere oder untere Ausgehende der Schicht bedecken, ferner mit dem Wasserstande des Meeres, wenn die Abflussöffnungen unter seinem Bette liegen, wechseln. 3) Dass die von einem Bohrbrunnen, dessen Röhre unter dem hydrostatischen Niveau endigt, gelieferte Wassermenge stets geringer, als die seyn wird, welche eine cylindrische Röhre von einer der Tiefe der Bohrung

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

gleichen Länge und von gleichem Durchmesser als die Steigeröhre, endlich unter einem Wasserdrucke, der gleich der senkrechten Entfernung von der Oeffnung zum hydrostatischen Niveau seyn wird, liefern muss. Wirklich gelangt das Wasser nicht frei zu dem untern Ende der Steigeröhre, indem es einen Widerstand erleidet, der von der Weite der Klüfte, mit einem Worte von dem Grade der Durchdringbarkeit der wasserführenden Schicht, in der Nähe der von dem Bohrer erreichten Puncte, abhängt.

Alle wahrgenommenen allgemeinen Thatsachen stimmen mit den vorhergehenden Folgerungen überein:

Hr. Baillet de Belloi hat schon vor langer Zeit den Einfluss der Ebbe und Fluth auf den Bohrbrunnen zu Noyelle-sur-Mer in Frankreich, dessen Wasser bei der Fluth über den Boden aufsteigt, beobachtet und angeführt.

Hr. Arago erwähnt in seinem trefflichem Aufsatze über die artesischen Brunnen, in dem *Annuaire du bureau des longitudes* für das Jahr 1835, diese und eine ähnliche an einem Bohrbrunnen am Themseufer gemachte Beobachtung, der, je nachdem Fluth- oder Ebbezeit ist, 363 oder 273 Liter (à 0,9 preuss. Quart) in der Minute liefert. Er bemerkt darauf, dass die Ursache des Einflusses der Ebbe und Fluth auf die artesischen Brunnen in dem veränderlichen Drucke des Meerwassers auf deren Ausflüssen, je nach der Ebbe- oder Fluthzeit, liege.

Das geringere Volum des von einem Bohrbrunnen gelieferten Wassers im Verhältnisse zu dem, welches eine cylindrische Röhre von gleichem Durchmesser und gleicher Länge, als die Steigeröhre und unter einem Drucke, der gleich der Entfernung der Oeffnung von dem hydrostatischen Niveau ist, geben würde, ist im Allgemeinen bedeutend und übrigens, wie es sich voraussetzen liess, beträchtlich.

Verschiedene Grade der Durchdringlichkeit der wasserreichen Schichten. Hr. Viollet hat, in dem weiter oben erwähnten Werke über die Theorie der artesischen Brunnen, die für die Bewegung des Wassers in Leitungen gültigen Formeln auf die Untersuchung der von den Bohrbrunnen in verschiedenen Höhen über dem Boden ausgeströmten Wassermengen und zur Bestimmung der Höhe, in welcher das aus den Brunnen ausfliessende Wasser die höchste Triebkraft*) geben kann, anzuwenden gesucht. Die in der in diesem Werke befindlichen Tabelle mitgetheilten Thatsachen, sowie andere, deren Kenntniss ich dem Hrn. Degoussée verdanke, überzeugen uns von den bedeutenden Verschiedenheiten des Grades der Durchdringlichkeit der wasserreichen Schichten.

Wir wollen hier einige Beobachtungen mittheilen.

Der von Hrn. Mulot zu Elbeuf auf 149,42 Met. Tiefe abgebohrte Brunnen, dessen Steigröhre 0,121 Met. weit ist, hat sein hydrostatisches Niveau in einer Höhe von mehr als 21,67 Met. über dem Boden; denn die in dieser Höhe abgeschnittene Röhre liefert immer noch 0,58 Liter Wasser in der Secunde und 34,8 Lit. in der Minute. Am Boden giebt der Brunnen in der Secunde 3,47 Liter und in der Minute 208,2 Liter Wasser.

Nun besteht der erforderliche Wasserdruck, damit eine 149,42 Met. lange Röhre von 0,121 Met. Durchmesser 3,47 Lit. Wasser in der Secunde gebe: 1) aus der er-

*) Die Triebkraft wird gemessen durch das Product des Gewichts von dem gelieferten Wasser und der Höhe der Oeffnung über dem Boden.

zeugenden Höhe der Ausströmungsgeschwindigkeit; 2) aus dem durch den Widerstand in den Röhren veranlassten Höhenverlust.

Die Ausflussgeschwindigkeit ist hier gleich

$$\frac{0,00347}{0,7854 + \overline{0,121}^2} = 0,3017 \text{ Meter.}$$

Die erzeugende Höhe dieser Geschwindigkeit ist

$$\frac{\overline{0,3017}^2}{19,62} = 0,00464.$$

Die durch die Reibung in der Röhre verlorne Höhe wird durch die Formel

$$0,0003425 \times \frac{4 \times 149,42}{0,121} (\overline{0,3017^2} + 0,055 \times 0,3017) = 0,1821$$

ausgedrückt.

Die Summe dieser Höhen beträgt nur 0,1867 Met., während die Entfernung vom Wasserstande oder hydrostatischen Niveau mehr als 21,76 Met. beträgt; denn es scheint, dass sich das Wasser dieses Brunnens bis auf 30 Meter über den Boden erheben konnte.

Der Wasserstand des von Hrn. Degoussée bei der Cavalleriecaserne zu Tours abgebohrten 128,32 Met. tiefen Brunnens, mit einer 0,11 Met. im Lichten weiten Steigeröhre, lag 18 Met. über dem Boden. Der Ertrag dieses Brunnens im Niveau der Erdoberfläche betrug sogleich nach der Bohrung 1500 Liter in der Minute. Die Höhe des Wassers, welche ein gleiches Volum durch eine gleich lange und weite Röhre, wie der Brunnen, auszuströmen vermag, beträgt, nach einer der obigen gleichen Berechnung, 11,63 Met., also fast ⅔ von der Entfernung der Oeffnung von dem Wasserstande. Der Theil der wasserführenden Schicht, der zu Tours erbohrt wurde, ist daher weit durchdringlicher als der zu Elbeuf; dennoch wurde das Wasser an beiden Orten in einem und demselben Lager, nämlich in dem unter der Kreide liegenden Grünsande, erbohrt.

Wir wollen noch einige andere Beispiele anführen.

Ein von Hrn. Degoussée zu Soisy-sous-Etiole im Seine- und Oise-Depart. abgebohrter Brunnen traf die wasserführende Schicht des unter dem plastischen Thone der Pariser Tertiärformation abgelagerten Sandes in 55,65 Met. Tiefe. Die Steigeröhre war 0,067 Met. weit, und der Wasserstand erhob sich 4,87 Met. über den Boden. Man hatte:

Am Boden . .	400	Liter	Wasser	in der	Minute.
0,66 Met. darüber .	133	—	—	—	
1,20 — — .	106	—	—	—	
1,45 — — .	96	—	—	—	
1,80 — — .	80	—	—	—	
2,00 — — .	68	—	—	—	
3,00 — — .	40	—	—	—	

Der Bohrbrunnen bei'm Garnisonlazareth, zu Lille, den ebenfalls Hr. Degoussée angelegt hat, erreichte das Wasser in den Klüften des Kohlenkalksteins, der von der Kreide bedeckt wird, in einer Tiefe von 107 bis 120 Met. Die Röhre war 0,11 Met. weit. Der Wasserstand war 2,40 Met. über dem Boden. Der Brunnen lieferte:

Am Boden	.	.	400	Liter Wasser	in der	Minute.
1,00 Met. darüber		.	250	—	—	—
1,60 —	—	.	140	—	—	—
1,90 —	—	.	90	—	—	—
2,05 —	—	.	60	—	—	—
2,30 —	—	.	30	—	—	—
2,35 —	—	.	20	—	—	—
2,30 —	—	.	01	—	—	—

Der Bohrbrunnen bei'm Schlachthause zu Grenelle hat in einer Tiefe von 546 Met. den unter der Kreide liegenden Grünsand erreicht. Sobald der Bohrer in diese Schichten eindrang, stieg das Wasser mit Ungestüm bis zur Erdoberfläche in die Höhe, woselbst etwa 3000 Liter in der Minute ausströmen. Die Steigeröhre war noch nicht angebracht.

Bestimmung des Wasserstandes und der gelieferten Wassermenge. Es ist sehr zweckmässig, den Wasserstand eines Bohrbrunnens, sobald man die Steigeröhre angebracht hat, zu bestimmen und dann genau die Menge des Wassers zu messen, die der Brunnen in verschiedenen Höhen über dem Boden giebt. Das einfachste Mittel zur Bestimmung des Wasserstandes besteht darin, die Steigeröhren so weit zu erhöhen, bis das Wasser nicht mehr ausströmt. Die obern Theile der Röhre kann man an die Säulen des Bohrgerüstes befestigen. Wäre aber der Wasserstand so hoch, dass die Verlängerung der Röhren Schwierigkeiten hätte, so könnte man die unmittelbare Beobachtung dadurch ersetzen, dass man das obere Ende der Röhre mit einem Spunde verschlösse und es dann in Verbindung mit dem Gefässe eines Quecksilbermanometers setzte, wie es Hr. Bergwerksingenieur Sagey (*Annales des Mines, 4. Série, t. III, p. 347*) vorgeschlagen hat. Das Manometer ist ein so einfaches Instrument, dass es überall angefertigt werden kann. Auch würde es keine Schwierigkeiten haben, zum speciellen Gebrauche der Brunnenbohrer besondere leicht anzubringende und zu transportirende Manometer machen zu lassen.

Was nun die Messung der Wassermenge (*jaugeages*) betrifft, so ist es am Besten, dieselbe unmittelbar auszuführen, indem man die Steigeröhre in verschiedenen Höhen über der Erdoberfläche unterbricht und sie in einen hölzernen Gefässe endigen lässt, durch dessen Boden das Ende der Röhre geht. Das an der einen Seite offene Gefäss würde das Wasser in einen Kasten von bekanntem Inhalte ausgiessen. Mir sind keine artesischen Brunnen bekannt, die mehr als 58 Liter Wasser in der Secunde liefern, und diese Menge ist nicht bedeutend genug, als dass man genöthigt wäre, zu indirecten Mitteln zu greifen, deren Resultat stets unsicher bleibt. Bei der Bestimmung des Wasserstandes und der in verschiedenen Höhen über der Bodenoberfläche von dem Bohrbrunnen gelieferten Wassermenge, muss man einen langen Zeitraum vorübergehen lassen, wenn man sicher seyn will, genaue Resultate zu erlangen, weil sich das Gleichgewicht des Drucks und der Geschwindigkeit des Wassers nur langsam herstellt. Die Ursache dieser Erscheinung sieht man leicht ein, und was die Thatsache selbst betrifft, so ist sie durch die Beobachtung aller Derer, die sich mit artesischen Brunnen beschäftigt haben, ausser allen Zweifel gestellt. Ich erwähne zu dem Ende die von Herrn Viollet bei einem Bohrbrunnen zu Tours gemachte Beobachtung. Die Steigeröhre des Brunnens wurde am 15. Mai 1839 0,50 Met. unter der Erdoberfläche geöffnet, und dieser Zustand dauerte sehr lange, so dass die Ausströmungsgeschwindigkeit sicher eine

normale und beständige geworden war. Am 16. Mai, um 11¼ Uhr Morgens, erhöhete man die Oeffnung bis auf 5,75 Met. über dem Boden, worauf zuerst jeder Ausfluss aufhörte, bis das Wasser nach ¼ Stunde wieder erschien und erst 54 Stunden nach der Erhöhung wieder gleichförmig wurde. Dann machte man die Oeffnung 1 Meter niedriger, worauf der Wasserabfluss zunahm und 6 Stunden lang zuzunehmen fortfuhr.

Zunahme der Production der artesischen Brunnen mit dem Durchmesser und der Tiefe des Bohrlochs. Die von einem artesischen Brunnen gelieferte Wassermenge nimmt bei übrigens gleichen Umständen mit dem Durchmesser des Bohrlochs zu. Diese Zunahme rührt zuvörderst von der Verminderung des Widerstandes des Wassers in der Steigröhre, woselbst es mit einer geringern Geschwindigkeit sich bewegt, obgleich es eine grössere Menge liefert, her. Sie kann aber auch von der Zunahme des Durchmessers von dem Bohrloche in der wasserführenden Schicht herrühren, wenn dieselbe nicht röllig ist, weil dadurch die Zugänge des Wassers aus der Schicht zu dem Bohrloche vergrössert werden. Diese letztere Ursache kann besonders dann einen grossen Einfluss haben, wenn die wasserreiche Schicht fest, aber zerklüftet ist. Sie würde offenbar von einer geringern Wichtigkeit seyn, wenn die Schicht aus losem Sande bestände. Ein anderes Mittel, um das Volum des Wassers eines Bohrbrunnens zu vermehren, der seine Zuflüsse aus einer zerklüfteten, aber nicht brüchigen Schicht erhält, besteht in dem tiefern Abbohren in der wasserreichen Schicht. Dadurch werden neue Klüfte geöffnet, denn häufig ist das Wasser in solchen wasserreichen Schichten getrennt, von denen alsdann durch das tiefere Abbohren wenigere oder mehrere geöffnet werden. Diese in horizontaler Richtung getrennten Wasserbehälter werden wahrscheinlich durch gemeinschaftliche Quellen gespeis't und stehen im Allgemeinen in Verbindung, wenn sie auch auf grossen Strecken getrennt sind.

Wenn die wasserreichen Schichten aus Sand oder aus Geschieben bestehen, so wird in einem Bohrloche, welches diese Schicht an irgend einem Puncte trifft, das Wasser in die Höhe steigen. Der Erfolg hängt daher nur einzig und allein von dem Vorhandenseyn der Schichten unter dem Puncte, an welchem die Bohrung unternommen wurde, ab. Ist dagegen die wasserführende Schicht eine feste Gesteinschicht, die von Klüften durchzogen ist, so wird der Erfolg der Bohrung von dem Treffen der Klüfte, in denen die unterirdischen Gewässer circuliren, abhängen, und von zwei benachbarten Bohrbrunnen könnte der eine einen vollkommenen Erfolg haben, während man mit dem andern gar kein Wasser träfe.

Gegenseitiger Einfluss benachbarter Bohrbrunnen. Wird in der Nähe eines schon vorhandenen Bohrbrunnens ein neuer abgebohrt, so kann dieser zweite einen wesentlichen Einfluss auf die Wassermenge, welche der erste liefert, haben. Jedoch scheint sich dieser Einfluss nicht auf grosse Entfernungen zu erstrecken, oder er wird wenigstens schnell vermindert, wo nicht mit der zunehmenden Entfernung gänzlich aufgehoben. Hr. Viollet erwähnt in dem oben citirten Werke zweier Bohrbrunnen zu Tours, die nur 50 Met. voneinander entfernt liegen, und die einen sehr bemerkbaren Einfluss auf einander ausüben. Er erwähnt auch ferner, dass dieser Einfluss bei Brunnen bemerkbar wäre, die 200 Met. voneinander entfernt liegen.

Absorbirende oder ableitende Brunnen. Wenn der Wasserstand eines Bohrbrunnens unter der Bodenoberfläche, oder, bestimmter gesagt, unter seiner obern Oeffnung befindlich ist, so führt dieser Brunnen das durch dieselbe hineingegossene Wasser ab, und es findet alsdann einen Abfluss in der untern wasserhaltigen Schicht.

Man nennt solche Brunnen absorbirende. Die Wassermenge, die ein solcher Brunnen abzuführen vermag, hängt von der Durchdringlichkeit der wasserführenden Schicht und von dem künstlichen Drucke, den man durch Erhöhung des Wasserstandes in dem Brunnen hervorbringt, ab. In mehreren Bausteinbrüchen südlich von Paris hat man sich der Grundwasser durch absorbirende Bohrbrunnen, die auf der Sohle der Steinbrüche abgebohrt wurden, entledigt. Man trieb sie durch den plastischen Thon bis zu den obern Schichten der Kreide, welche zerklüftet ist und dem Wasser Abfluss verschafft.

Sehr häufig findet man bei den durch geschichtete Formationen geführten Bohrarbeiten übereinander liegende Wasserbehälter, welche durch wasserdichte Lagen voneinander getrennt sind. Diese Behälter haben aber keinen gleichen Wasserstand, und die obersten haben gewöhnlich den niedrigsten. Oft liegt dieser Wasserstand unter der Bodenoberfläche, während die untern Behälter Veranlassung zu einem Emporsteigen des Wassers über den Boden oder zu eigentlichen Springquellen geben. Die obern wasserreichen Schichten würden daher einen grössern oder geringern Theil von dem von Unten emporsteigendem Wasser absorbiren, wenn das Bohrloch nicht sorgfältig mit Röhren ausgesetzt wäre. Man hat auch absorbirende Behälter unter andern gefunden, die Veranlassung zu Springquellen gaben. Es könnte daher der Fall seyn, dass man in einem schon offenen Bohrbrunnen einen untern Wasserbehälter anträfe, der einen Theil des obern Wassers absorbirte und den Wasserstand des Brunnens verminderte. Jedoch ist es unter allen Bedingungen wahrscheinlich, dass dieser absorbirende Behälter von dem erstern durch eine wasserdichte Schicht getrennt seyn würde.

Allgemeine Grundsätze in Beziehung auf die artesischen Brunnen. Aus den vorstehenden allgemeinen Betrachtungen folgt:

1) Dass man nur in geschichteten Formationen Untersuchungen nach Springquellen anstellen darf.

2) Dass der Wasserstand verschiedener, von einem Wasserbehälter, oder von einer wasserführenden Schicht gespeis'ter Bohrbrunnen um so höher seyn wird, je weiter die Ausflussöffnungen von dem Behälter entfernt seyn werden, und je näher sie den Speisungsöffnungen liegen. Wohlverstanden handelt es sich aber hier von der Höhe des Wasserstandes über einer bestimmten horizontalen Ebene, oder über der mittlern Meeresfläche und nicht von der Höhe des Bodens.

3) Die Speisungs-, sowie die Ausflussöffnungen sind übrigens auf sehr ausgedehnten Linien verbreitet. Die Bohrbrunnen, welche in der Nähe von dem Ausgehenden einer wasserführenden Schicht abgebohrt worden sind, geben im Allgemeinen nur eine geringe Wassermasse, weil sie nur auf einer mittelmässigen Strecke von dem Ausgehenden gespeis't worden sind.

4) Die reichlichsten Bohrbrunnen sind die, da sie durch sehr ausgedehnte wasserführende Schichten gespeis't werden, sehr tiefe Puncte erreicht haben, wo die Masse der Schichten sehr leicht durchdringlich ist.

Einsenken von Röhren in die artesischen Brunnen. Eine der wichtigsten und schwierigsten Operationen bei der Bohrarbeit ist, wie schon bemerkt, das Einsenken der Steigeröhren. Dieselben bestehen aus Holz, Eisen- und Kupferblech, Gusseisen und zuweilen aus Weiss- oder Zinkblech.

Hölzerne Röhren sind, in Beziehung auf die Wohlfeilheit und die Dauer, ohne Zweifel die besten von allen. Sie haben aber den bedeutenden Nachtheil, dass sie den innern Durchmesser des Bohrbrunnens wesentlich vermindern, da man sie nicht unter

1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll stark machen kann. Sie bestehen aus Stämmen von Erlen, Ulmen und Eichen, die sehr gerade gewachsen sind, keine Aeste oder Fehler haben. Man hobelt sie auswendig ab und bohrt sie inwendig so weit aus, als es die Steigeröhren seyn sollen. Die einzelnen Röhren, welche man so lang nimmt, als es die Stämme gestatten, werden, wie die hölzernen Wasserleitungsröhren, mittelst starker eisernen Büchsen, die in jede zur Hälfte eingetrieben wird, verbunden. Inwendig kann man zwischen die Fugen Werg oder eine Scheibe von getheertem wollenen Zeuge legen. Auswendig verbindet man zwei aneinander stossende Röhren durch dünne Schienen, die man der Länge nach auflegt und einsenkt, darauf festnagelt und dann eiserne Bänder darüberschiebt. Auch können die Röhren durch einen blechernen Muff verbunden werden, der die äussere Fuge bedeckt, und der in das Holz eingelassen und festgenagelt wird. Hölzerne Röhren haben eine ausserordentliche Dauer und erfordern gar keine Reparatur. Hr. Arago erwähnt der 700 Jahre alten hölzernen Röhren in den artesischen Brunnen zu Lilliers. Nur die oberste, über dem Boden hervorstehende, eichene Röhre hat der Auswechselung bedurft.

Röhren von Gusseisen, Eisen-, Kupfer-, Weiss- und Zinkblech u. s. w. Die gusseisernen Röhren werden unter sich mit durch Schraubenmieten zusammengezogenen, genau ineinander gedrehten Muffen und Schnauzen verbunden. Die Schraubenniete dürfen im Innern nicht hervorstehen. Da gusseiserne Röhren nicht gut unter $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke gegossen werden können, so wird deren Anwendung durch ihr bedeutendes Gewicht und durch ihre Sprödigkeit sehr behindert. Jedoch werden sie bei Weitem nicht so schnell oxydirt, als die eisenblechernen.

Die Röhren von Eisen-, Kupfer- oder Zinkblech werden, wie wir schon Seite 63 u. s. w. bei den Röhren zum Aussetzen der Bohrlöcher bemerkten, durch Muffen miteinander verbunden, indem man dieselben mit Schrauben auf beiden Röhrenenden befestigt und sie dann durch Zinn miteinander verlöthet, indem man um die Röhre und unter die Fuge ein ringförmiges Kohlenfeuer legt. Hr. Degoussée empfiehlt, während dieser Operation im Innern der Röhre und unter der Verbindung einen starken Stöpsel von Hanf oder Flachs anzubringen, um es vermeiden, dass Loth in's Innere fliesse und daselbst Knoten bilde. Die Röhren von Eisenblech sind 4 bis 5 Millim. ($1\frac{3}{4}$ bis $2\frac{1}{4}$ Lin.), die von Kupferblech 3 Millim. ($1\frac{1}{4}$ Lin.) stark. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Röhren von Eisenblech sehr bald durch Oxydation zerstört werden, selbst wenn das Wasser des Bohrbrunnens, dem Anscheine nach, rein ist. Sie erleiden eine locale Oxydation an gewissen Puncten, wahrscheinlich in Folge einer electrochemischen Einwirkung, durch die Berührung von Körpern verschiedener Beschaffenheit, und sie werden dadurch sehr bald durchlöchert. Diese Thatsache wurde bei den 9 Millim. (4 Lin.) starken blechernen Röhren eines Bohrbrunnens zu Tours bemerkt, der sehr reines Wasser liefert. Kupferne oder bronzene Röhren werden durch Oxydation nicht zerstört und verdienen daher den eisenblechernen vorgezogen zu werden. Da man aber jene weit dünner, als diese macht (1 bis $1\frac{1}{2}$ Lin. oder 2 bis 3 Millim.), so ist der Preis einer kupfernen Röhrentour nur zur Hälfte höher, als der einer eisenblechernen, obgleich das Kupfer wenigsens doppelt so theuer ist, als das Eisenblech.

Weissblecherne Röhren werden in England angewendet, jedoch sehr schnell durch Oxydation zerstört. Röhren von Zink, die man 3 bis $4\frac{1}{2}$ Lin. stark macht, können bei schwefelhaltigem Wasser sehr vortheilhaft seyn.

Kurz, man kann die hölzernen Röhren bei Bohrbrunnen mit bedeutendem Durchmesser und mit geringer Ergiebigkeit anwenden, so dass die aus der Wanddicke erfolgende Verminderung des Durchmessers den Widerstand des Wassers bei seinem Emporsteigen nicht sehr vermehrt. Ausser den aus einer Verengung des Bohrlochs erfolgenden Nachtheilen, vereinigen die hölzernen alle Vortheile der Wohlfeilheit, Festigkeit und Dauer. Die Anwendung blecherner Röhren wird, wegen ihrer schnellen Zerstörung durch den Rost, immer seltner. Gusseiserne Röhren haben, wiewohl im geringern Grade, dieselben Nachtheile. Da man sie nun obendrein weit stärker, als die blechernen, machen muss, so können sie, wie schon bemerkt, durch ihr bedeutendes Gewicht und ihre Sprödigkeit, bei'm Einsenken, Veranlassung zu Brüchen und andern Zufällen geben.

Zinkene Röhren sind bei Schwefelwasser zweckmässig.

Kupferne und bronzene Röhren müssen bei tiefen Bohrlöchern angewendet werden, deren Abbohren viele Kosten veranlasst hat, und bei denen es von Wichtigkeit ist, ihre Ergiebigkeit unvermindert und unverändert zu erhalten.

Die Anwendung von galvanisirten, d. h., verzinkten Blechröhren würde vielleicht, in Beziehung auf den Preis und die Dauer, vortheilhaft seyn. Der Bohrbrunnen zu Grenelle ist mit einer solchen versehen. Anfänglich hatte man eine kupferne Röhre eingesenkt, die aber in etwa einem Drittel der Tiefe des Brunnens, durch den Wasserdruck von Aussen, während das Innere durch eine augenblickliche Verstopfung wasserleer war, zusammengedrückt wurde.

Das Einsenken der Röhren. Bestehen übrigens die Röhren, woraus sie wollen, so ist der schwierige Punct das Einsenken in das Bohrloch. Die Steigröhren haben nicht den Zweck, die Wände des Bohrlochs gegen den Einbruch loser Schichten zu sichern, denn wenn dies bei den artesischen Brunnen erforderlich ist, so sind solche Röhren schon bei der Bohrarbeit, wie wir bereits oben bemerkten, eingesenkt und darin zurückgelassen; sondern sie dienen lediglich dazu, das Wasser der wasserreichen Schichten emporzuführen und es gegen Verluste in den Klüften der undichten Schichten, welche der Bohrer durchörtert hat, ehe er zu der wasserführenden gelangte, zu sichern. Zu dem Ende ist es nöthig, dass der untere Rand der Steigröhre in den wasserdichten Schichten über dem Wasserbehälter eingelassen sey, und diese Verbindung der Röhre mit der Schicht ist der eigentlich schwierige Theil der Operation. Ist die wasserdichte Schicht fest, und wenn man die Beschaffenheit der zu durchbohrenden Formationen durch frühere Bohrungen im Voraus kennt, so scheint das sicherste Mittel das zu seyn, am Rande des Bohrlochs in der festen Schicht einen Sitz zu machen, auf welchem der Rand der Steigröhre aufsteht. Sieht demnach der Bohrmeister, dass er in die Nähe der wasserführenden Schicht gelangt ist, so bohrt er mit einem etwas geringern Durchmesser weiter, sowohl durch den übrigen Theil der wasserdichten, als in der wasserführenden Schicht. Ist die Bohrung vollendet, so wird die Röhre in das Bohrloch eingesenkt, wobei man auf dieselbe Weise, wie bei den Sicherungsröhren verfährt, nur dass man den Steigröhren hinlänglichen Spielraum lässt. Ihr Durchmesser muss hinreichend seyn, um auf dem ringförmigen Banquet, welches zur Aufnahme ihres untern Randes gebildet worden ist, stehen zu bleiben. Wenn nun die Röhre auf diese Weise an ihren Platz gebracht worden ist, so muss man sie befestigen und den leeren Raum zwischen ihr und den Bohrlochstössen auf der ganzen Höhe ausfüllen. Man giesst zu dem Ende in den ringförmigen Raum einen guten Mörtel, den

man stark feststampft. Man kann selbst, wenn man die Formationen gut kennt, erst die Röhre einsenken und dann die Bohrung mit einem kleinern Durchmesser vollenden. Auf diese Weise ist Hr. Degoussée bei dem Bohrbrunnen des Schlachthauses zu Tours verfahren, und es ist dieses Verfahren vortrefflich, wenn es möglich ist, es anzuwenden. Man könnte es auch in einem Gebirge anwenden, welches man vorher noch nicht gekannt hat, wenn man das Loch in der obern wasserdichten Schicht, vor dem Einsenken der Steigröhre, erweiterte, wenn dieses Nachbohren nicht zu kostbar, oder durch vorheriges Einsenken von Sicherungsröhren ganz unmöglich wird.

Wenn die über der wasserreichen liegende wasserdichte Schicht aus weichem Thone besteht, wie dies oft der Fall ist, so senkt man die Steigröhre bis zu der erstern, und man könnte sie auf den obern Rand der Sicherungsröhren, die man in die Thonschicht, damit sich dieselbe im Bohrloche nicht zusammendrücke, einsenken musste, auftreten lassen. Zu dem Ende würde es hinreichend seyn, auswendig an die Steigröhre und in einer Entfernung von ihrem untern Rande, die gleich der ist, welche zwischen dem obern Rande der Steigröhre und der wasserführenden Schicht existirt, einen vorspringenden Ring zu befestigen, dessen äusserer Durchmesser zwischen dem der untern Sicherungs- und dem der unmittelbar darüber befindlichen, in deren Inneres die untere Röhre treten musste, begriffen ist. Dieser Ring kann aus Holz bestehen, äusserlich konisch seyn, an die Steigröhre durch kupferne Ringe oder auf irgend eine andere Weise befestigt worden seyn und kann nun mit seinem engern Ende in die Sicherungsröhre eintreten. Diese wird von dem Drucke der Thonschicht festgehalten, und es hat daher die Steigröhre unten einen festen Stützpunct. Jedenfalls kann man sie nur dann sich selbst überlassen, wenn der Raum zwischen den Bohrlochsstössen und ihrem äussern Umfange mit Mörtel angefüllt und derselbe erhärtet ist. Dann wird die Steigröhre durch diesen festgehalten. Ich empfehle die Anwendung eines hölzernen Ringes, weil es mir zweckmässig erscheint, die electrochemische Wirkung zu verhindern, welche aus der Berührung der kupfernen Steig- und der eisenblechernen Sicherungsröhren erfolgen könnte, und welche die Zerstörung der letztern veranlassen würde, so dass der thonige Mergel in das Loch brechen könnte.

Bestände die Steigröhre aus Holz, so würde es hinreichend seyn, die Röhren äusserlich stärker zu machen, als die letzte Sicherungsröhre und sie unten in einen abgestumpften Kegel ablaufen zu lassen, der dann in die Röhre eindringt.

Man begreift übrigens, dass dieses Verfahren nach den Umständen verschieden seyn müsste, um stets dahin wirken zu können, dass die Verbindung der Röhren wasserdicht ist und Verlust an Wasser verhindert.

Verminderung der Wassermenge bei einigen artesischen Brunnen. Mögliche Ursachen dieser Verminderung. Wir haben schon bemerkt, dass sich die Menge des anfänglich von gewissen artesischen Brunnen gelieferten Wassers mit der Zeit sehr vermindert habe. Andere Brunnen haben dagegen ein und dasselbe Volum Jahrhunderte hindurch behalten. Die Verminderung der Wasserergiebigkeit kann entweder von einer Verstopfung der unterirdischen Canäle, welche dem Bohrbrunnen das Wasser aus den Behältern zuführen, oder von dem Bohrloche selbst herrühren, entweder durch Verluste unten an der Steigröhre, oder an höhern Puncten derselben, wenn die Wände beschädigt sind, oder endlich dadurch, dass das in den Behältern befindliche Wasser einen leichtern Abfluss gefunden hat, als der ist, welchen sie zur Zeit der Bohrarbeit hatten, oder dass sich ihr Volum vermindert hat.

Die Verstopfung der unterirdischen Canäle kann das Resultat von Einbrüchen der Stösse in die wasserführenden Schichten seyn, wodurch die Speiseröhren verengt wurden; jedoch sind solche Verstopfungen im Allgemeinen zufällig und momentan. Zu ihrer Verbesserung ist es daher oft hinreichend, plötzliche Veränderungen in der Bewegung der emporsteigenden Säule zu veranlassen. Man kann zu dem Ende die Röhre mit einem pumpkolbenartigen Stücke Holz unvollkommen verschliessen und dasselbe plötzlich herausnehmen, oder in der Röhre einen wirklichen, mit einem Klappenventile versehenen Kolben sehr schnell bewegen. Ist das Bohrloch selbst verstopft, so schafft man die Verstopfung fort, indem man mit dem Gestänge einen Löffel oder ein anderes zweckmässiges Werkzeug einführt.

Wasserverluste, die von einer mangelhaften Verbindung der Steigröhre mit dem Hangenden der wasserreichen Schicht, oder von schadhaften Röhren herrühren, lassen sich nicht anders verbessern, als durch eine gänzliche Reparatur des Bohrlochs, die zuweilen eben so schwierig, wie die Bohrung eines neuen, ist, Man muss die schlecht verbundene oder schadhafte Röhre herausziehen und eine andere einsenken, welches stets ein Nachbohren auf einer bedeutenden Tiefe erfordert.

Was nun die Verluste betrifft, die daher rühren, dass der Wasserbehälter einen andern natürlichern und leichtern Abfluss erlangt hat, wodurch er selbst vermindert worden ist, so begreift man, dass solche Ereignisse zwar möglich, aber nur selten seyn können, und es ist uns kein einziges gehörig bewiesenes Beispiel dieser Art bekannt. Wenn wir von neuen, leichtern Abflüssen reden, so schliessen wir die künstlich gemachten aus, wohin andere Bohrbrunnen gehören, die ihr Wasser in einem niedrigern Niveau ausgiessen. Hier liegt die Ursache der Wasserverminderung klar vor; allein wir müssen dennoch wiederholen, dass bis jetzt die Erfahrung den gegenseitigen Einfluss der Bohrbrunnen nur auf geringe, 200 Met. oder etwa 100 Lachter nicht überschreitende, Entfernungen erkannt hat.

Wenn sich die Ergiebigkeit eines Bohrbrunnens vermindert, so kann man es erkennen, ob die Verminderung von der Verstopfung der unterirdischen Canäle oder des Bohrlochs, oder ob sie von einem Verlorengehen des Wassers herrührt, vorausgesetzt, dass man den anfänglichen Wasserstand kannte.

Sinkt der Wasserstand, während sich auch die Ergiebigkeit vermindert, so darf man annehmen, dass die Ursache der Verminderung ein Wasserverlust sey.

Bleibt sich dagegen der Wasserstand gleich, so muss die Wasserverminderung offenbar der Verstopfung der unterirdischen Canäle oder des Bohrlochs selbst zugeschrieben werden; denn eine Verengung der Canäle, durch welche das Wasser herbeikommt, würde nicht dieselbe Erhebung des Wassers hindern, wenn der Abfluss unterbrochen worden wäre. Es ist dies eine von Hrn. Sagey gemachte Beobachtung, der daraus sehr richtig den Nutzen der Bestimmung des Wasserstandes und der in verschiedenen Höhen unter der Oberfläche von einem Bohrbrunnen gelieferten Wassermenge folgert.

Man hat gefürchtet, dass der, durch die, zur Bestimmung des Wasserstandes erforderliche grössere Höhe des Wassers in der Steigröhre vermehrte Druck eine Ursache der Zerstörung oder des Schadhaftwerdens sey. Sollte diese Furcht Grund haben, so müsste die Zunahme des Druckes auf die Basis der aufsteigenden Säule, wozu die Erhöhung derselben bis zum Wasserstande Veranlassung giebt, in dem gewöhnlichen Falle, dass die Röhre einige Meter über dem Boden unterbrochen worden ist,

ein bedeutender Bruchtheil von dem stattfindenden Drucke seyn. Da dies aber selten so ist, so glaube ich, dass es in den meisten Fällen nicht nachtheilig ist, den Druck, wenigstens während der Dauer des Versuchs, zu dieser Gränze zu treiben, vorausgesetzt, dass man die Steigröhren nur nach und nach erhöhet, um jede schnelle Veränderung des Druckes auf die Basis der Säule zu vermeiden.

Von einigen besondern Arten des Erdbohrers.

Der Bohrer der Torfstecher. Man bedient sich häufig zur Untersuchung des Untergrundes, in geringer Tiefe unter der Oberfläche, kleiner Erdbohrer, die der Natur des zu untersuchenden Erdbodens und der aufzusuchenden Substanzen angepasst sind. So bedient sich der Torfstecher eines Erdbohrers, der in einen schmalen Löffel ausläuft, und dessen eiserne Stange in gleiche Theile getheilt ist, deren Einheit gleich der Höhe oder Dicke eines Stück Torfes ist, wie wir weiter unten bei'm Betriebe der Torfstiche sehen werden. Er versenkt den Bohrer jedesmal um die einer Abtheilung der Stange gleiche Tiefe und bestimmt auf diese Weise sowohl die Mächtigkeit der Decke, als auch die des Torflagers selbst, nach der Dicke der Torfstücke, sowie auch die Beschaffenheit des Lagers in jeder Tiefe.

Erdbohrer, der zu Autray zur Untersuchung des Eisensteinlagers gebraucht wird. In der Gegend von Autray bei Gray, im franz. Depart. der obern Saône, befindet sich etwa 15 bis 20 Meter unter der Bodenoberfläche eine sehr reiche Bohnerzlagerstätte, die von thonigen Schichten bedeckt ist. Dieselbe wird seit undenklichen Zeiten durch Schächte von geringem Durchmesser, von denen aus man Oerter in die Lagerstätte treibt, abgebauet. Man entfernt sich nicht weit von den Schächten und lässt die Oerter von Hinten nach Vorne einbrechen, sowie man die Schächte darauf ausfüllt oder von selbst zusammenstürzen lässt. Wenn man einen Schacht absinken will, so überzeugt man sich erst durch Bohren mit dem Erdbohrer von dem Vorhandenseyn der Bohnerzlagerstätte an dem Orte, wo man die Grube zu eröffnen gedenkt. Man bedient sich zu dem Ende eines kleinen Erdbohrers, der aus runden Eisenstangen von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke besteht, die durch Schrauben miteinander vereinigt worden sind. Die untere Stange endigt in eine Verstärkung, die bedeutender, als die Verstärkung der Stangen an den Wechseln, ist, und die selbst in eine Spitze ausläuft. Zwei Mann treiben den Bohrer durch Fäustelschläge in den Boden ein und bis dahin, wo er die Lagerstätte erreicht. Das Bohrloch braucht nicht ausgeräumt zu werden. Hat der Bohrer das Eisenerz erreicht, so nimmt die Verstärkung die Farbe von demselben an und dies reicht hin, um sich von seinem Vorhandenseyn zu überzeugen.

Erdbohrer zur Untersuchung des Baugrundes. Zuweilen wendet man den Erdbohrer dazu an, um die Beschaffenheit des Bodens, der das Fundament eines Gebäudes aufnehmen soll, zu untersuchen. Er besteht in einer $2\frac{3}{4}$ bis 3 Zoll starken runden Stange, die man mit Rammklotzschlägen eintreibt. An der Peripherie der Stange und in ihrer ganzen Höhe ist sie mit kleinen, gleichweit voneinander abstehenden Vertiefungen versehen, die mit Wachs ausgefüllt sind, und deren einer Rand etwas hervorsteht. Ist der Bohrer eingetrieben, so dreht man ihn mittelst einer durch ein Oehr gesteckten Stange in zweckmässiger Richtung herum, so dass die vorstehenden Ränder der Vertiefungen in den Boden eindringen. Das Wachs wird aus denselben heraus-

gedrängt, und sie werden mit der Substanz des Bodens ausgefüllt. Diese Art der Untersuchung ist sehr unvollkommen, und man gebraucht weit zweckmässiger einen kleinen Bohrer, von höchstens $2\frac{1}{4}$ bis $2\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser. Solche Bohrer wendet man auch gewöhnlich zur Untersuchung des Bodens bei Canal- und Eisenbahnbauten u. s. w. an.

Anwendung des Bohrers im Innern der Grubenbaue. Häufig wird der Erdbohrer im Innern der Grubenbaue, zur Untersuchung von Lagerstätten, die mit der abgebaueten parallel laufen, zur Verbindung zweier, durch Mittel von mässiger Mächtigkeit getrennte Baue, wozu Oerter unnöthig, ja selbst unzweckmässig seyn würden; ferner zur Untersuchung des Gebirges, in welchem man mit den Bauen vorgehen will, oder endlich zur Sicherung gegen Anhäufungen von Wasser- und Gasmassen im alten Mann, oder in natürlichen Hohlungen, die nachtheilig werden könnten.

Die Bohrarbeiten im Innern der Grubenbaue haben gewöhnlich eine nur mässige Tiefe, mit Ausnahme der seigern Bohrlöcher, die man zuweilen zur Untersuchung des Gebirges von dem Schachttiefsten austreibt. Dieselben werden auf dieselbe Weise, wie die von der Oberfläche ausgehenden, ausgeführt; sie sind selbst leichter und weniger kostbar, weil man sich eines einfachen Gerüstes und einfachen Haspels an der Schachtöffnung zum Herausziehen des Bohrers, welches in sehr langen Stücken geschehen kann, bedient.

Diejenigen Bohrlöcher, welche den Zweck haben, verschiedene Theile der Grubenbaue miteinander durchschlägig zu machen, oder in Verbindung zu setzen, oder die das Gebirge, in welchem man die Baue weiter treiben will, kennen lehren sollen, müssen in jedweder Richtung betrieben werden.

Ist der Zweck des Bohrlochs die Ablassung des Wassers aus einem obern Stollen in einen tiefern, oder die Herstellung des Wetterwechsels, so muss es oft einen bedeutenden Durchmesser haben.

Dagegen müssen Bohrlöcher, die zum Abzapfen unterirdischer Wassermassen oder böser und schlagender Wetter dienen, einen möglichst geringen Durchmesser haben, weil es alsdann viel leichter ist, sie, wenn es erforderlich ist, verschlossen zu halten, und weil man, wenn man dem Wasser oder den Gasen einen stärkern Abfluss verschaffen will, leicht ein neues Loch treiben kann.

Bohrarbeiten im Innern der Gruben zur Untersuchung alter mit Wasser oder bösen Wettern angefüllter Baue. Diese Bohrlöcher werden fast immer in der Mächtigkeit der abgebaueten Lagerstätte betrieben. So, z. B., in den Steinkohlenflötzen, wenn man Grund zu der Befürchtung hat, dass die Strecken oder die Abbauörter auf alten Mann treffen könnten, der mit Wasser angefüllt ist. Man geht dann mit einem oder mit mehreren Bohrlöchern in der Ebene des Flötzes vor, die sowohl senkrecht, als auch in schiefer Richtung auf die Ortsstösse getrieben werden. Die erstern liegen dann in der Richtung der Achse des Abbauortes oder der Strecke, die andern machen einen Winkel mit denselben, um sich zu überzugen, dass die Seitenstösse eine hinreichende Mächtigkeit haben, so dass das Wasser nicht in die Baue einbrechen kann.

Wir wollen, z. B., annehmen, dass das Ort *ABCD*, Fig. 27, Taf. 9, in der Richtung von xy, weiter getrieben werden solle, dass es 4 Met. (etwa 2 Lachter) breit sey und täglich 1 Met. ($\frac{1}{2}$ Lachter) in's Feld rücke. Man sichert sich gegen den alten Mann, indem man stets zwei Bohrlöcher, *ab* und *cd*, in gleicher Entfernung von

der Achse des Abbaues und parallel derselben treibt und zwischen beiden ein Mittel von 1 Lachter lässt. Zwei andere Bohrlöcher, *Be* und *Cf*, werden in Winkeln, in derselben Ebene, als die ersten, und in Richtungen vorwärts gebracht, die mit der Ortsachse einen Winkel von 45° bilden.

Nach Beendigung der Tagsschicht durch die Kohlenhäuer, kommen die Bohrarbeiter vor Ort. Sie treiben die beiden Bohrlöcher *ab*, *cd*, die senkrecht auf dem Stosse stehen, um eine gleiche Länge weiter, als der Abbau während der Tagsschicht vorwärtsgerückt ist, und treiben dann auch neue Löcher unter 45° von den Ecken des Pfeiler- oder Ortsstosses aus. Die ganze Tiefe der Löcher muss mehr oder weniger bedeutend seyn, je nachdem die Kohle mehr oder weniger fest und der Druck des Wassers, dessen Vorhandenseyn man fürchtet, mehr oder weniger bedeutend ist. Dieser Druck hängt von der Tiefe des Abbaues unter dem tiefsten Stollen, welcher die Wasser abführt, oder von dem Wasserstande der Brunnen in der Gegend ab. Seine obere Grenze kennt man stets sehr gut. Im Allgemeinen reicht ein 3 Met. mächtiges Steinkohlenmittel zum Zurückhalten der Wassermassen hin, und in diesem Falle würde die ganze Tiefe der Frontlöcher 4 Met. betragen, so dass sie noch nach der Kohlengewinnung am folgenden Tage 3 Met. tief wären. Macht man nun die in den Ecken des Pfeiler- oder Ortsstosses getriebenen Löcher *Be*, *Cf* auch 4 Met. tief, so sind ihre Enden von den Seiten der Abbaue 2,82 Met. entfernt, und man ist also überzeugt, dass kein alter Bau in einer geringern Entfernung existirt. *B'e'*, *C'f'* sind die in der vorhergehenden Schicht aus den Ecken getriebenen Bohrlochstiefen. Vier Löcher, von denen zwei in senkrechter und zwei in schiefer Richtung von dem Ortsstosse ausgehen, sind zu einer vollständigen Sicherheit in Steinkohlenflötzen, die nicht mächtiger, als 2 Met. oder 1 Lachter sind, hinreichend. In mächtigern Flötzen aber, in denen man den Abbau in mehreren Sohlen führen muss, dürfen auch das Dach oder die Sohle des Baues, oder beide zugleich nicht ununtersucht bleiben, je nachdem derselbe unter dem einen, oder auf dem andern, oder zwischen beiden geführt wird. Uebrigens sind Abbaue, die weder auf der Sohle, oder längs dem Dache betrieben werden, zu vermeiden.

Die zu diesen Arbeiten angewendeten Bohrstangen sind rund, $\frac{1}{2}$ bis höchstens 1 Zoll stark, kurz und mittelst Schrauben miteinander verbunden. Das in der Steinkohle am Gewöhnlichsten angewendete Werkzeug ist ein kleiner, 1 bis $1\frac{1}{4}$ Zoll breiter Meissel. In milder Kohle wendet man auch Schneckenbohrer und andere ähnliche an (s. Fig. 14, Taf. 3).

Die Bohroperation wird durch zwei Arbeiter ausgeführt.

Wird das Loch söhlig oder mit geringem Steigen betrieben und das Gestein lässt Wasser hindurchsickern, welches das Loch stets feucht erhält, so erfolgt die Reinigung desselben sehr leicht durch einen kleinen Löffel, oder auch nur durch eine einfache, an einem eisernen Stiele sitzende, kleine Kratze. Ist aber das Gestein trocken und hart und werden die Löcher söhlig oder steigend getrieben, so hat ihre Ausführung Schwierigkeiten, weil alsdann die Werkzeuge nicht feucht gehalten werden können und bald weich werden. Das Bohren fallender Löcher hat mehr Schwierigkeiten, weil man sie voll Wasser erhalten kann.

Uebrigens werden nur sehr selten tiefe Bohrungen in söhliger oder fallender und steigender Richtung geführt, so dass man zu Maschinen zur Bewegung der Bohrer zu greifen nöthig hatte, was sehr schwierig werden würde.

Drittes Kapitel.

Von den Häuer- oder bergmännischen Gewinnungs-arbeiten.

Bergmännische Gezähe. Die Werkzeuge des Bergmannes sind nach der Beschaffenheit des Gesteins oder des Bodens verschieden. Bei losen Substanzen, wie Dammerde, Sand und Kies, losem Mergel u. s. w., wendet er dieselben Werkzeuge wie der Ackerbauer an, nämlich Keilhauen und Hacken, die gewöhnlich schwer sind und eine sehr stumpfe Spitze haben.

Bei sehr milden und weichen, aber zusammenhängenden Substanzen, wie, z. B., Torf, bedient er sich eines dem Spaten des Gärtners gleichen, schneidenden Werkzeuges, welches aber mit zwei Flügeln versehen ist, damit es auf zwei Seiten zu gleicher Zeit schneiden kann, wodurch die Trennung der Torfstücke von der Masse sehr erleichtert wird. Es ist dieses Werkzeug in Fig. 20, Taf. 9 abgebildet worden. Der Torfstecher wendet ausserdem noch einige andere Werkzeuge an, die aber lediglich nur ihm dienen, wesshalb wir sie bei'm Betriebe der Torfstiche beschreiben wollen.

Milde Substanzen giebt es sehr viel. Es gehören dahin, dichter, mehr oder weniger erhärteter Thon oder Letten, der oft sehr mächtige Lager an der Gebirgsoberfläche bildet, sich aber auch häufig auf Gängen findet; ferner zusammengebackener Sand, viele Alluvialbildungen, Sandsteine, granitische und porphyrartige Gesteine, deren Structur oder chemische Zusammensetzung durch atmosphärische Einwirkungen verändert worden sind; endlich Steinkohlen und viele Gangarten. Der Bergmann gewinnt sie gewöhnlich mit der Keilhaue, der Brechstange, oder mit mehr oder weniger langen eisernen Keilen oder Fimmeln, die er mittelst des Schlägels eintreibt. Die Keilhaue, Fig. 1 und 2, Taf. 9, ist ein Gezähe, welches an dem einen Ende in eine verstählte Spitze und an dem andern in ein Oehr endigt, in welches man den Helm befestigt. Dieser ist etwa $2\frac{1}{2}$ Fuss lang. Die Länge und Stärke des eisernen Werkzeugs sind, nach der Beschaffenheit des Gesteins und dem davon zu machenden Gebrauche, sehr verschieden. In gleichartigen und milden Gesteinen, wie, z. B., in der Steinkohle, macht der Bergmann nämlich eine tiefe Furche in einem gewissen Theil der zu gewinnenden Masse. Man nennt dies schrämen und schlitzen, die Einschnitte selbst den Schram und den Schlitz. Er wendet dazu platte, leichte, sehr spitze und sehr kurze Keilhauen,

die Schram- und Schlitzhauen, an, die auch oft doppelt, d. h., an beiden Enden mit Spitzen und in der Mitte mit dem Oehr versehen, sind, wie die Fig. 3 und 4, Taf. 9 zeigen. Sie sind bequem und leicht, und es müssen erst zwei Spitzen abgenutzt seyn, ehe sie an die Schmiede zur Reparatur zurückgegeben zu werden brauchen. Der Helm hat eine nach der Tiefe des Schrams oder Schlitzes, die geführt werden sollen, verschiedene Länge, und jede Spitze ist 8 bis 12 Zoll lang. In härtern Gesteinen, wie, z. B., in nicht sehr festem Kohlensandstein, werden grössere, schwerere, mit längern Helmen und mit stumpfern Spitzen versehene Schram-, Schlitz- und zum Losmachen des Gesteins bestimmte Keilhauen angewendet. Das Gewicht des Gezähes muss alsdann dem Arbeiter mithelfen.

Gewinnung thoniger Massen. Schrämen. Die Fimmel (*Aiguilles*) und Keile werden mit Fäustelschlägen in das schon mit der Keilhaue entblösste Gestein getrieben, um es in grossen Massen zu gewinnen. Diese Fimmel sind nach der Tiefe des vorhergegangenen Schrämens, sowie auch nach der Entfernung dieses Schrams von dem Puncte, wo man sie ansetzt, mehr oder weniger lang. Will man, z. B., die thonigen Gebirgsmassen abdecken, welche eine Lagerstätte bedecken, um diese im Tagebau zu gewinnen, so nimmt man sie gewöhnlich so hoch ganz steil weg, als man dies, ohne Einstürze befürchten zu müssen, thun kann. Diese Höhe hängt von dem Cohäsionsgrade der Gebirgsmassen ab. Darauf führt man am Fusse des Escarpements oder der steilen Wand und längs der ganzen Front, einen söhligen Schram, so dass die Masse unten frei wird. Dieser Schram ist, nach der Festigkeit der Masse, mehr oder weniger tief, und es wird dieselbe einstweilen durch hölzerne oder steinerne Stützen, oder dadurch, dass man an gewissen Puncten kleine Pfeiler von dem Gebirge stehen lässt, festgehalten. Ist dies geschehen, so ziehen sich die Arbeiter von dem Fusse der Wand zurück, und um sie nun hereinbrechen zu lassen, wird eine Reihe eiserner oder hölzerner, mit Eisen beschuheter Keile parallel mit der Front der Wand in die Masse eingetrieben. Es brechen auf diese Weise grosse Massen von Erdreich herein, dessen Zusammenhang fast gänzlich aufgehoben ist, und welches man nur mit Schaufeln in Laufka ren zu werfen und mittelst dieser fortzuschaffen hat.

Häufig entstehen Unglücksfälle bei Arbeiten dieser Art, weil die im Gedinge bezahlten Arbeiter nicht vorsichtig genug sind, die Wand sehr steil und hoch wegnehmen, oder einen zu tiefen Schram führen. Es ist daher erforderlich, dass während dieser letztern Arbeit ein oder zwei Arbeiter oben auf der Masse nachsehen, ob dieselbe auch nicht spaltet und dann dieselben zeitig genug benachrichtigen, dass sie sich zurückziehen können.

Gewinnung der Steinkohlen. Bei den Steinkohlen führt man den Schram gewöhnlich parallel mit den Schichtungsklüften und auf der ganzen Front des Stosses von dem Abbaue. Man schrämt an dem Liegenden oder in der Mitte des Baues. Man wählt zu dem Schram die weichere Schicht, hauptsächlich die dünnen Schieferthonlagen, welche so häufig in den Flötzen vorkommen. Darauf macht man auf beiden Seiten einen Schlitz, nimmt die Stempel aus dem Schram weg, wenn solche zur Sicherung in denselben eingestellt wurden und treibt nun die Kohlenmasse durch Keile herein, die man an der Förste, oder an einem tieferen Puncte, je nach der Festigkeit und Mächtigkeit des Kohls, jedoch stets über dem Schram, ansetzt, herein. Wenn man in einer gewissen Höhe über der Sohle geschrämt hat, so gewinnt man die auf derselben stehen gebliebenen Kohlen, indem man eine Reihe von Keilen in einer senkrechten Ebene,

am hintern Theile der Bank eintreibt. Zuweilen werden bei der Kohlengewinnung aber auch die Keile und Fimmel durch die Sprengarbeit ersetzt.

Bei dem Abbaue der Gänge wird der Schram in dem Lettenbestege geführt, wenn ein solcher vorhanden ist; aber auch die Sahlbänder sind der Schrämarbeit günstig. Auch bei geschichteten Gesteinen, wie, z. B., dem Kalksteine und dem zum Bauen verwendeten Sandsteine, macht man Schräme. Hier bedient man sich häufig der Fimmel, die man in die Schichtungsklüfte treibt.

Das Gestein- oder Bergeisen. Harte Substanzen werden mit dem Bergeisen oder mittelst des Feuers gewonnen. Das Eisen, Fig. 6, Taf. 9, ist ein eisernes, stark verstahltes, oder gänzlich aus Stahl bestehendes Werkzeug, welches auf der einen Seite in eine Spitze von der Form einer rechtwinklich vierseitigen Pyramide, das sogen. Oertchen, und auf der andern in eine gerade Ebene, die Bahn, ausläuft. In der Mitte hat das Eisen eine viereckige Oeffnung, das Auge, welches den hölzernen Helm aufnimmt, der kurz und nicht stark befestigt ist, indem er eigentlich nur zur Führung des Eisens dient. Der Bergmann setzt das Eisen auf dem Puncte des Gesteins an, den er angreifen will, und schlägt auf die Fläche mit einem Fäustel oder Schlägel mit sehr kurzem Helme und mit zwei Bahnen, Fig. 7, Taf. 9. Die Länge des Eisens beträgt 4 bis 7 Zoll, und zwar wendet man auf harten Gesteinen kürzere an. In der Mitte, um das Auge, ist sie am stärksten. Die Bahn hat etwa $\frac{3}{4}$ Z. im Quadrat. Das Auge ist der Spitze näher, als der Bahn, weil oben mehr Verschluss ist, indem sich hier während des Gebrauchs häufig ein Bart bildet. Das Gewicht eines Eisens beträgt etwa 2 Pfd. Der Helm ist rund, 8 bis 10 Zoll lang und besteht aus Knüppel- oder Astholz.

Da das Eisen auf den verschiedenartigsten Gesteinen gebraucht wird, so richtet sich auch hiernach, wie schon bemerkt, die schlankere oder stumpfere Construction seiner Spitze, je nachdem das Gestein fest oder gebräch ist. Jeder Bergmann, der die Schlägel- und Eisenarbeit betreibt, wie man die Manipulation mit dem Gesteinseisen nennt, hat, in der Regel, 6, 8 auch 12 und noch mehr Eisen bei sich, und er muss die Beschaffenheit des Gesteins beurtheilen können, um danach die Spitze des Eisens von dem Bergschmiede stellen zu lassen. — Gewöhnlich pflegt der Bergmann die Eisen, auf ein Stück Bandeisen aufgereihet, bei sich zu führen, welches in Gestalt eines Hakens gebogen ist und ein Eisenriemen genannt wird. Oder man wendet den in Fig. 5, Taf. 9 abgebildeten Eisenriemen, oder einen wirklichen ledernen Riemen zum Transport der Eisen an. — Die bei der Schlägel- und Eisenarbeit angewendeten Fäustel wiegen 4—6 Pfd., je nachdem der Bergmann über oder unter sich arbeitet.

Das Bergeisen ist ein deutsches Gezähe. Vor der Anwendung des Pulvers bei dem Bergbaue war die Schlägel- und Eisenarbeit die gewöhnlichste, und es sind damit bedeutend lange Stollen durch das härteste Gestein getrieben. Jetzt bedient man sich dieser Gesteinsarbeit noch bei festem Gestein, zum Zubrüsten und Hauen der Bühnlöcher bei der Schachtzimmerung und zum Befestigen von Pumpen oder anderer Apparate; ferner wendet man sie an solchen Orten an, wo das Sprengen der Zimmerung den Maschinen u. s. w. schaden könnte; zum Zubrüsten der Bohrlöcher; zum Losbrechen der durch das Sprengen zerrissenen Massen; zur Gewinnung solcher Gangmassen, die voll von Drusen sind, und wo das Sprengen nur geringe Wirkung, auch die Zertrümmerung oft werthvoller Mineralien zur Folge haben würde; endlich auch zum Verschrämen.

Als ein Bergeisen von sehr grossen Dimensionen muss der am Oberharz gebräuchliche Spitzhammer angesehen werden, der bei der Schramführung auf Gängen, bei der Zuführung von Strossen u. s. w., vorzügliche Dienste leistet.

Das Bergeisen ist auf Gängen zweckmässiger, als auf gleichartigen und harten Gesteinen, auf denen man sehr zweckmässig grosse verstahlte Keile, Fig. 18, Taf. 9, anwendet, die man durch Fäustelschläge in die Risse eintreibt, die durch die Sprengarbeit entstanden sind, oder die das Gestein von Natur hat. Auch Brechstangen, d. h. eiserne, verstahlte Stäbe, werden angewendet, um als Hebel zu wirken, um die durch das Sprengen zerrissenen und losgemachten Erze und Gesteine hereinzubrechen. Der Cornwalliser Bergmann wendet das deutsche Bergeisen nicht an.

Die Sprengarbeit. Die Anwendung des Pulvers bei'm Bergbau schreibt sich seit dem Anfange des 17. Jahrhunderts, etwa seit dem Jahre 1613, her und ist eine der wichtigsten technischen Einführungen, die bei demselben stattgefunden haben und gab ihm in sehr vielen Fällen eine fast ganz veränderte Gestalt *). Ohne dieses Mittel würden viele der noch jetzt im Betriebe befindlichen Grubengebäude schon längst zum Erliegen gekommen seyn, und namentlich würde ein grosser Theil des in Deutschland auf edle Metalle betriebenen Bergbaues, bei der Festigkeit der Gebirgsarten, in welchen diese erzführenden Lagerstätten gewöhnlich aufsetzen, und bei den übrigen jetzt obwaltenden Verhältnissen, nicht mehr bestehen können.

Die Wichtigkeit der Anwendung des Pulvers bei'm Bergbaue wuchs, je höher die Löhne stiegen. Obgleich nun das Steigen derselben wohl ziemlich gleichen Schritt mit dem Steigen der übrigen Gegenstände, also auch mit dem des Pulvers, gehalten hat, so konnte dennoch durch den zunehmenden höhern Preis dieses Materials der Einfluss auf den Bergbau nicht so erheblich seyn, weil die durch Anwendung des Pulvers hervorzubringende Wirkung, in Hinsicht der Kostspieligkeit, ausser allem Verhältnisse mit der durch Menschenhände zu leistenden steht.

Jahrhunderte nach Erfindung des Schiesspulvers, und spät nach Anwendung desselben im Kriege, wurde es erst zur Sprengung des Gesteins benutzt, anfänglich nur in Steinbrüchen, später in den Gruben. Viele Berggebäude waren bereits wegen des theuern Holzes ausser Betrieb gesetzt, und nur die Anwendung des Pulvers machte es möglich, die verlassenen Gruben wieder zu belegen. Wenige würde man jetzt noch mit Vortheil betreiben können, wenn nicht diese Erfindung der Gesteinsgewinnung gegen die sonst auf dem festen Gestein übliche Taschenarbeit, wegen der verminderten Löhne und allgemeinern Anwendbarkeit, gegen die Feuersetzarbeit aber, wegen der Ersparung des theuren Holzes, einen entschiedenen öconomischen Vortheil gewährt hätte.

Der ganze Bohr- und Schiessprocess zur Sprengung des Gesteins beruhet auf dem Abbohren einer cylinderförmigen Röhre (*A* Fig. 26, Taf. 9) in der zu sprengenden Masse. Diese Röhre wird zum Theil mit Schiesspulver gefüllt und sodann bis auf einen, zur Anzündung nöthigen, engen Canal verrammt, so dass das in der Röhre befindliche Pulver, bei der hierauf erfolgenden Entzündung, genöthigt ist, seine Kraft gegen das umgebende Gestein zu äussern, und dessen Sprengung zu bewirken, indem es, durch die über dem Pulver befindliche Verrammung, eines freien Auswegs beraubt ist. Dem Pulver nun durch diese künstliche Verrammung einen so guten Widerstand

*) Bei dem nun Folgenden und auch an mehreren andern Orten ist ein Aufsatz im ersten Heft des 2. Bandes von der ältern Reihe des Karsten'schen Archivs, S. 1 etc. benutzt worden. H.

entgegenzusetzen, dass dasselbe eher das vorgegebene Gestein bei seiner Explosion zu sprengen, als die Besetzung herauszuwerfen vermag, ist die Hauptaufgabe, welche man auf mannigfache Weise zu lösen sich bemüht hat.

Was das Technische des Bohr- und Schiessprocesses betrifft, so lässt sich derselbe nach den dabei stattfindenden Arbeiten füglich in drei Hauptabtheilungen bringen: das Abbohren, das Besetzen und das Wegthun des Schusses.

Bei'm Abbohren, oder bei dem Schlagen der Bohrlöcher, haben nur insofern seit der ersten Zeit der Anwendung des Pulvers einige Veränderungen stattgefunden, als man sich, um erstern Zweck zu erreichen, verschiedenartiger Gezähe bediente. In frühern Zeiten wurde mehr mit Kronen- und Kolbenbohrern gearbeitet; diese kamen aber mehr und mehr ausser Gebrauch, und an ihre Stelle trat der jetzt fast allgemein in Anwendung kommende Meisselbohrer. Letzterer hat vor den erstern, ausser dem Vorzuge, dass damit weit schneller gearbeitet wird, noch den, dass seine Anfertigung mit geringern Schwierigkeiten verbunden ist. Der Grund, wesshalb man früher dem Kolben- und Kronenbohrer den Vorzug vor den Meisselbohrern gab, lag darin, dass der Gebrauch der erstern eine geringere Fertigkeit, als der der letztern, erfordert.

Ganz das Verfahren, welches man, bei der ersten Anwendung der Schiessarbeit auf dem Gesteine, bei'm Abbohren der Bohrlöcher beobachtete, findet noch jetzt statt, und man hat keine Veranlassung gefunden, darin eine Abänderung zu treffen. Das Verfahren ist an allen uns bekannten Orten dasselbe, und die abgebohrten Löcher sind nur in Hinsicht ihrer Grösse, d. h. in der Tiefe, die von 10—48 Zoll, und in der Weite, die von $\frac{1}{2}$ bis 4 Zoll wechselt, verschieden.

Der Bergbohrer, dessen man sich zum Abbohren der cylindrischen Bohrlöcher bedient, ist gewöhnlich eine runde eiserne Stange, Fig. 8, Taf. 9, die in einen Meissel oder eine Schneide endigt, die mehr oder weniger stumpf zuläuft, stark verstahlt und, nach der Gesteinshärte, mehr oder weniger stark gehärtet ist. Die Länge des Bohrers hängt von der dem Bohrloche zu gebenden Tiefe ab. Man nimmt den Bohrer in die linke Hand, schlägt mit dem, mit der rechten Hand geführten Fäustel darauf und dreht bei jedem Schlage den Bohrer um $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{6}$ seiner Peripherie, so dass er immer los ist. Ein schon geübter Bohrhäuer hält selbst das Fäustel am Ende des Helms, um die grösste Kraft mit demselben auszuüben. Man macht das Bohrloch, wenn man abwärts bohrt, und sobald man 3 Zoll tief ist, stets nass, und um das Umherspritzen des Bohrschlammes, und besonders das Spritzen in die Augen des Bohrhäuers, zu verhüten, legt man eine Scheibe von Leder, Filz oder Seilen um den Bohrer, denn der Krätzer hilft in diesem Falle wenig. Das Nassmachen des Bohrlochs ist aber nöthig, damit die Bohrspitzen durch Warmwerden nicht zu leicht enthärten.

Bei'm Abbohren eines und desselben Bohrlochs muss man den Bohrer oft wechseln, und zuweilen wendet man auch, mit zunehmender Tiefe, Bohrer mit abnehmendem Durchmesser an.

In Tage- und in weiten Grubenbauen wendet man häufig das sogenannte zweimännische Bohren an, indem der eine Häuer den Bohrer hält und dreht und der andere mit einem 6 bis 9 Pfund schweren Fäustel darauf schlägt.

Die Dimensionen der Bohrer sind daher rücksichtlich des Gebrauchs verschieden. Zuvörderst unterscheidet man ein- und zweimännische und dann Anfangs-, Mittel- und Ab- oder Ausbohrer. Zuerst wird der Anfangsbohrer genommen, welcher der kürzeste, aber auch der breiteste ist. Ist das Loch nun so tief, dass der Anfangs-

bohrer die Sohle desselben nicht mehr erreichen kann, dann nimmt man den Mittelbohrer, und wenn dieser wiederum zu kurz wird, den Abbohrer. Letzterer ist am Längsten und in der Schneide am Schmälsten. Seine Länge muss die des Bohrlochs einige Zolle übertreffen. Die Bohrschneide muss etwas breiter, als der Durchmesser der Bohrstange, seyn; diese aber nach der Schneide zu etwas stärker werden, damit der Bohrer sich nicht krümme.

Im Erzgebirge, wo man hauptsächlich auf einen harten Gneis bohrt, haben die zweimännischen Bohrer folgende Dimensionen:

	Länge.		Durchmesser.	
Der Anfangsbohrer	0,414 Met.	16,2 Zoll Leipz. M.	0,040 Met.	18 Lin.
der Mittelbohrer	0,828 —	32 —	0,034 —	16 —
der Abbohrer	1,912 —	43 —	0,030 —	14 —

Am Harze, wo man am Meisten auf Grauwacke und Thonschiefer bohrt, die sehr verschiedene Härtegrade haben, sind die Dimensionen der Bohrgezähe bei zweimännischer Arbeit folgende:

	Länge.		Durchmesser.	
Anfangsbohrer	0,672 Met.	28 Zoll Braunschw.	0,042 Met.	21 Linien
Mittelbohrer	0,915 —	38 —	0,036 —	18 —
Ein zuweilen gebrauchter dritter Bohrer .	1,000 —	42 —	0,036 —	18 —
Abbohrer .	1,152 —	48 —	0,031 —	15 —

Das zweimännische Fäustel ist fast 8 Zoll lang, wiegt etwa 9 Pfund, und der Helm ist 27 Zoll lang. Die Tiefe der zweimännischen Bohrlöcher am Oberharze beträgt 0,576 bis 0,864 Met. (24 bis 34 Zoll). (Villefosse, Mineralreichthum, deutsche Ausgabe II. 100 u. s. w.).

In den Cornwalliser Zinn- und Kupferbergwerken ist die zweimännische Bohrarbeit, wegen des sehr festen und harten Gesteins, häufig angewendet. Die Löcher sind 21 bis 24 engl. Zoll tief und $1\frac{3}{4}$ bis 2 Zoll weit. (Die deutsche Methode ist wahrscheinlich der Pulverersparung günstig.)

Die einmännische Bohrarbeit ist im Allgemeinen häufiger, als die zweimännische und beim Absinken der Schächte, bei'm Stollen- und Streckenbetriebe kurz bei'm Betriebe enger Baue, ist sie die alleinige. Die im Erzgebirge und am Harze gebräuchlichen Bohrgezähe haben folgende Dimensionen:

Erzgebirge.

	Länge.		Durchmesser.	
Anfangsbohrer	0,276 Met.	10,8 Zoll Leipz.	0,023 Met.	10,8 Linien
Mittelbohrer	0,460 —	18 —	0,017 —	8,1 —
Abbohrer	0,736 —	29 —	0,014 —	6,6 —

Die Tiefe der Bohrlöcher beträgt 0,41 bis 0,46 Met. (16 bis 18 Zoll).

Harz.

	Länge.		Durchmesser.	
Anfangsbohrer	0,408 Met.	18 Zoll Braunsch.	0,030 Met.	15 Lin.
Mittelbohrer	0,600 —	27 —	0,024 —	12 —
Abbohrer	0,768 —	36 —	0,022 —	11 —

Ueber die Frage, ob die Bohrschneide besser geradlinig, oder kreisförmig, oder gebrochen sey, sind am Oberharze Versuche angestellt, welche für die erste, auch allgemein eingeführte, Form sprechen.

Das Fäustel ist 6 Zoll lang und wiegt etwa 7 Pfund, der Helm 15 Zoll lang. Die Tiefe der Bohrlöcher beträgt 0,43 bis 0,56 Met. (17 bis 21 Zoll).

In den Steinsalzbergwerken zu Northwich in der englischen Provinz Cheshire wendet man Bohrer an, die aus 7 bis 8 Fuss langen, in der Mitte mit einer Verstärkung versehenen Stangen bestehen, die an beiden Enden sehr scharfe Meissel haben, wie Fig. 14, Taf. 9. Um die untern Steinsalzbänke zu gewinnen, fasst der Häuer den Bohrer in der Mitte und bohrt damit in dem Steinsalze ein senkrechtes oder sehr geneigtes Bohrloch ab, indem er mit dem Gezähe, wie mit dem Erdbohrer, verfährt. In den Gypsbrüchen der Umgegend von Paris bohrt man mit einer Art Schneckenbohrer, welcher in Fig. 12, Taf. 9 dargestellt ist, und der drehend wirkt.

Bei dem Braunkohlenbergbau zu Lankowitz in Kärnthen wendet man eine eigenthümliche, in Fig. 28, Taf. 9 abgebildete Bohrvorrichtung an, die aus einem 3 Fuss langen Schwung- oder Leierbohrer besteht, der mit einer flachen, lanzenförmigen Schaufel versehen ist, die zwei kleine Spitzen hat und nur an beiden gestählten und geschliffenen Schärfen etwas gedreht ist. Bei'm Bohren drückt der Arbeiter den Bohrer mit einer Hand durch seine Körperschwere an die Kohlenbrust und dreht ihn mit der andern Hand möglichst schnell um. Zum Bohren, Besetzen und Wegthun eines 3 Fuss tiefen Bohrlochs ist 1 Stunde hinreichend *).

Zu erwähnen ist hier zuvörderst noch des **Bohrens mit Vorstich** **), welches zu Bleiberg in Kärnthen und bei mehreren andern österreichischen Bergbauen schon lange allgemein üblich ist und einer allgemeinen Verbreitung werth seyn dürfte. — Das Eigenthümliche des Bohrens mit Vorstich besteht darin, dass der Häuer zwei in der Kopfgrösse bedeutend verschiedene Bohrer hintereinander in Gebrauch nimmt. Er bohrt nämlich zuerst mit dem sogen. Vorstiche ein 6 bis 7 Linien weites Loch von $\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Tiefe vor, worauf er mit dem Nachbohrer von gewöhnlicher Grösse für ein einmännisches Bohrloch, also mit circa 1 Zoll Kopfweite, die vorgebohrte Tiefe nachbohrt und auf diese Art nach und nach die verlangte Tiefe des Lochs herstellt. Es hat daher der Vorstich, wegen seiner um die Hälfte kleinern Schneide, wie der Nachbohrer wegen des bereits vorgebohrten Theiles, stets eine weniger greifende Schneide, als dies der Fall bei der gewöhnlichen Bohrmethode ist. Hieraus könnte man zur Empfehlung dieser Bohrmethode schliessen, dass von jedem Schlage ein grösserer Nutzeffect erfolgen müsse, weil ein verhältnissmässig geringerer Antheil zur ersten Ueberwindung der Gesteinshärte verwendet wird; denn je grösser der Bohrkopf im Verhältnisse zum Schlage, desto geringer ist der verhältnissmässige Erfolg. Auf einen sehr grossen

*) Zusatz aus Tunner's Jahrbuche, I. 1841, S. 84. H.

**) Zusatz aus der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung, 1843, S. 932. H.

Bohrer giebt ein schwacher Schlag gar keinen Nutzeffect mehr; allein dieser Vortheil wird zum grössern Theil dadurch wieder aufgewogen, dass schwächer, obgleich schneller, geschlagen wird.

Ferner werden nach dieser Bohrmethode* die Ecken der Schneide des Bohrers bei gleicher Lochtiefe weniger abgenutzt, weil die Ecken des Vorstiches einen um die Hälfte kleinern Umfang zu bearbeiten, die des Nachbohrers aber in der Mitte bereits den Auslass haben, es müssen folglich die Bohrlöcher nach dieser Methode weniger konisch ausfallen, als nach der gewöhnlichen Art. Uebrigens mögen die Gründe seyn, wie immer, so ist es Thatsache, dass, bei gleich geübten Häuern, der mit dem Vorstiche in gleichen Zeiträumen ein tieferes Loch abzubohren im Stande ist, als der auf die gewöhnliche Weise Bohrende. Auch ist der Gebrauch des Vorstiches um so vortheilhafter, als man in härterm Gesteine abzubohren, oder ältere Leute mit zu Bohrhäuern zu verwenden hat, weil minder kräftige Schläge erforderlich sind.

Sey nun die bei'm Abbohren angewendete Methode, welche sie wolle, so muss das Bohrloch vor dem Besetzen stets ausgetrocknet werden, wenn es feucht ist. Nachdem man es daher mit dem Krätzer, Fig. 9, Taf. 9, von Schlamm (Bohrschmand) und Gesteinbruchstücken gereinigt hat, umgiebt man den untern Theil des Krätzers mit trocknem Werg, welches das Wasser einsaugt. Kann Wasser auf die Brüstung um das Loch gelangen, so macht man einen kleinen, ringförmigen Kranz ringsherum, damit kein Wasser in das Loch gelange.

Nachdem das Loch trocken ist, wird es mit der Pulverladung versehen, die von 50 Grammen ($3\frac{1}{2}$ Loth) für kleine und nicht tiefe Bohrlöcher bis 500 Grammen (1 Pfd.) und mehr für weite und tiefe Löcher wechselt. Das Pulver ist in einer Patrone befindlich, die aus Papier besteht, wenn das Bohrloch trocken, aus getheerter Leinwand, wenn es sehr feucht ist und aus einer weissblechernen Büchse oder aus einem gewirkten, mit einem wasserdichten Ueberzuge versehenen Beutel, wenn unter Wasser gesprengt werden soll. In den meisten Fällen besteht aber die Patrone aus Papier, denn nie darf das Pulver lose in das Loch geschüttet werden, welche schlechte Gewohnheit manche Bergleute haben, selbst wenn das Loch ganz trocken ist. Man treibt die Patrone bis zum Boden des Bohrlochs, wozu man sich des Stampfers, d. h., einer runden Eisenstange, Fig. 10, bedient, die unten auf der einen Seite mit einer Hohlkehle versehen ist, oder man gebraucht dazu besser noch einen runden hölzernen Stock, der nur zu diesem Zwecke dient. Vorher ist gewöhnlich schon die Räumnadel, Fig. 11, in die Patrone gesteckt worden, und dann wird sie mit dieser in das Bohrloch eingeführt. Diese Räumnadel ist eine eiserne oder kupferne, unten spitz zulaufende und oben mit einem Ringe versehene Stange. Sie darf nur bis auf die Hälfte der Länge der Patrone in das Pulver eintreten.

Man schreitet nun zum Besetzen des Bohrlochs, welches auf sehr verschiedenartige Weise geschehen kann, wie wir weiter unten sehen werden, welches aber gewöhnlich darin besteht, dass man den über der Patrone bleibenden Raum in dem Bohrloche mit präparirtem, d. h. steinfreiem Letten, mit Ziegelsteinstückchen, oder zersetztem weichen Schiefer ausfüllt. Die ersten Zolle der Besatzmasse füllt man nun auf die Patrone und um die in derselben noch steckende Räumnadel. Die alsdann folgenden Schichten der Besetzung werden aber immer fester und fester mit dem Stampfer und mittelst des Fäustels aufgetrieben, bis das Bohrloch endlich bis zur Bohrlochsbrüstung gefüllt ist. Man bestreicht nun die Oberfläche der Besetzung mit ziemlich

fettem und nassem Letten, damit bei'm Herausziehen der Räumnadel nicht etwas von der scharfen Kante des Zündcanals in denselben hineinfallen und das Versagen des Schusses veranlassen kann. Die Nadel wird bei'm Anstecken an die Patrone mit etwas Oel oder Talg bestrichen und häufig bei der Arbeit gedreht, damit sie sich bei Beendigung der Besetzung leicht herausziehen lasse. Die ersten Schichten der Besetzung werden aber desshalb locker aufgesetzt, damit man das Pulver nicht zerdrücke, die Patrone nicht zerreisse und so zum Feuchtwerden des Pulvers Anlass gebe *).

Nachdem die Besetzung vollendet ist, wird die Räumnadel aus dem Loche herausgezogen und es ist nun eine Röhre vorhanden, mittelst welcher der Schuss entzündet oder weggethan wird. Das Wegthun des Schusses ist die letzte Operation der Sprengarbeit. Es lässt sich das in dem Bohrloche befindliche Pulver auf mehrere Arten anzünden. Die Aufgabe dabei ist, die sichere Zündung des Pulvers auf die wohlfeilste Weise zu bewirken, ohne durch eine zu grosse Zündöffnung die Wirkung der Ladung zu sehr zu schwächen. Dies sowohl, als die volle Sicherung des das Wegthun besorgenden Arbeiters, muss berücksichtigt und danach die mindere oder grössere Vollkommenheit beurtheilt werden. Man hat folgende Arten der Zündung:

a) Durch Röhrchen von Schilf, von Hollunder, von Haselnussruthen, von Stroh u. s. w., welche entweder gleich an der Patrone festgebunden in das Bohrloch vor der Besetzung eingeführt werden, und um welche dann die Besetzung, ohne dass man eine Nadel gebraucht **), festgestampft wird; oder man bringt diese Röhrchen nach der Besetzung in die durch die Nadel gebildete Zündröhre. Diese Röhrchen sind entweder mit feinem Pirschpulver, oder auch mit Puderpulver gefüllt, oder sie sind mit einem Teige von Pulver und Branntwein ausgestrichen. Von dieser Art der Zündung ist die mit einem Strohhalme jetzt noch am Meisten im Gebrauche. Man wählt dazu einen möglichst langen Halmschuss, schneidet aber nur den Knoten weg, so dass der Halm an dem andern Ende verschlossen bleibt. Damit das Pulver indess leicht durchschlagen und zünden könnte, schabt man die Wände des Strohhalms gleich über dem Knoten möglichst dünn, füllt nun den Halm mit Pulver, zieht dann die Räumnadel, welche mit der Spitze in der Ladung sitzt, aus der Besetzung heraus und schiebt an deren Stelle den Halm so weit, als möglich, mit dem dünngeschabten Ende in die Zündröhre hinein. Nur bei'm Schiessen mit Sandbesetzung kann man den Strohhalm gleich mit der Patrone einführen; die beste Lettenbesetzung erlaubt dies aber, wegen der Zerbrechlichkeit des Strohhalms, nicht. In allen Fällen wird das Röhrchen, wenn es mit Pulver gefüllt ist, mit Letten zugeklebt, damit das Pulver bei'm Wenden und Drehen nicht heraus-, und ein fremder Körper auch nicht in das Röhrchen hineinfallen könne. Ist man dann bis zum Aufsetzen des Schwefelmännchens fertig, so wird der Letten erst weggenommen. Gewöhnlich lässt man aber das Röhrchen aus der Besetzung heraussehen und schneidet dasselbe unter dem Letten im frischen Pulver ab.

*) Bei einer neuen, von dem k. k. österreichschen Bergwerkspracticanten, Hrn. v. Würk vorgeschlagenen und im Erzgebirge angewendeten Schiessmethode wird die eiserne Räumnadel, um das Funkenreissen bei'm Herausziehen zu vermeiden, bei'm Besetzen mit einem Schilfröhrchen umgeben. Wir werden weiter unten eine nähere Beschreibung dieser neuen Methode speciell mittheilen. H.

**) In dem später noch erwähnten Falle, wo man den Zünder in ein Röhrchen steckt, steckt man auch während der Besetzung die Nadel in das Röhrchen, um es vor dem Zerdrücken zu bewahren; dies ist aber nur als Ausnahme zu betrachten.

b) Eine zweite Art der Zündung geschieht mittelst der Lunte. Man hat nämlich mit Pulvermasse bestrichene Ruthen, Binsen, Holzspäne u. s. w., welche man in die durch die Nadel gebildete Zündröhre steckt. Oefters muss man auch, wenn es nass ist, und dadurch ein Versagen des Schusses zu besorgen wäre, diese Lunten noch mit einem Röhrchen umgeben.

c) Eine dritte Art der Zündung ist mittelst der sogenannten Raketchen. Kleine, sehr spitze Papierduten werden mit Pulvermasse ausgestrichen und getrocknet. Diese Raketchen schiebt man, wenn der Schuss weggethan werden soll, 3 bis 4 Zoll in die Zündröhre hinein. Obgleich das Pulver in der Patrone hier mit dem Pulver im Zünder nicht in unmittelbarer Berührung steht, so ist ein Versagen des Schusses doch sehr selten. Weil nun ausserdem die Raketchen sehr leicht anzufertigen sind, sich gut aufbewahren lassen und den grossen Vortheil gewähren, dass, wenn ein Schuss versagt, leicht ein leichter Zünder aufgesetzt werden kann, so hat man diese Art der Zündung auch an sehr vielen Orten eingeführt. Was diese Zündmethode noch besonders empfiehlt, ist der Umstand, dass das Raketchen in den Fällen ganz gut wirkt, wo das Bohrloch über sich siehet: in solchen Fällen also, wo die Anwendung der mit Kornpulver gefüllten Röhrchen manches Hinderniss hat. Bei der Sandbesetzung sind die Raketchen aber natürlich gar nicht zu gebrauchen.

An diese Lunten, Raketchen oder Röhrchen klebt man nun noch ein sogenanntes Schwefelmännchen, weil, wenn man diese Pulverzünder unmittelbar anbrennen wollte, der Arbeiter nicht Zeit genug haben würde, von der Arbeit zu fahren und sich zu sichern. Ein starker Schwefelfaden, der öfters doppelt genommen wird, damit er Steifigkeit genug erhalte, sich in jeder ihm gegebenen Richtung zu halten, wenn er auch nur an einem Ende aufgeklebt ist, und oft 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll frei steht, wird über dem Lichte gebähet, d. h., alle Rauhigkeiten und Fädchen, aller Mehlschwefel u. s. w., wodurch zum ungleichen Abbrennen und Ueberschlagen der Flamme Anlass gegeben werden könnte, werden über dem Lichte abgesengt. Durch dieses Bähen oder Erweichen wird dem Schwefel eine glatte Oberfläche gegeben, auch werden dadurch die eingebrochenen Stellen wieder angeschmolzen, und überhaupt dem Schwefelfaden dadurch mehr Steifigkeit mitgetheilt. Mit dem einen Ende, an welchem man den Schwefel schmelzen lässt, ohne ihn zum eigentlichen Brennen kommen zu lassen, wird das Schwefelmännchen aufgeklemmt (bei den Lunten auch wohl erst mehrere Male um dieselbe herumgewunden), und so in unmittelbare Berührung mit dem Zündpulver gebracht, wobei man dem freistehenden Ende immer eine aufwärtsstehende Richtung giebt, damit der hierauf angesteckte Schwefel langsam fortbrenne und dem Arbeiter Zeit lasse, von der Arbeit zu fahren. Nachdem ein sicherer Ort für den Arbeiter näher oder ferner ist, wird ein kürzeres oder längeres Schwefelmännchen angesetzt. In den Fällen, wo mehrere Schüsse vor einer Arbeit gleichzeitig weggethan werden sollen, müssen die Schwefelmännchen bei den zuerst anzusteckenden Schüssen auch länger, jedoch, wo möglich, nur so lang gemacht werden, dass alle Schüsse gleichzeitig losgehen, weil sonst bei der Explosion der erstern leicht die Flamme der übrigen Schwefelmännchen ausgelöscht werden würde.

Ansetzen des Bohrlochs. Die Wahl des Platzes, wo ein Bohrloch angesetzt ist, die ihn zu ertheilende Tiefe und die Menge des zur Ladung angewendeten Pulvers können nicht Gegenstand scharfer Regeln seyn, sondern bleiben gewöhnlich der Erfahrung der Häuer überlassen, welche oft nur eine Fertigkeit ohne alle Kennt-

niss der Gründe ist. Jedoch weiss jeder geschickte Bergmann, dass die Sprengarbeit so betrieben werden muss, dass das Gestein von einer oder von zwei Seiten frei seyn muss, und dass die Bohrlochsachsen im Allgemeinen fast parallel mit der der Pulverladung am Nächsten stehenden freien Seite seyn müssen. Die kürzeste Entfernung des Pulvers von der freien Seite des Gesteins, oder die sogenannte Linie des geringsten Widerstandes, liegt demnach in einer Richtung, die fast senkrecht auf der Bohrlochsachse steht. Die Bruchoberflächen, welche durch die Wirkung der Pulvergase bewirkt werden, gehen alsdann im Allgemeinen durch die Bohrlochsachse, und sie gehen bis zu dessen Sohle. Will man, z. B., eine Felsmasse wegsprengen, die über einer Ebene *LM* hervorsteht, und deren Profil wie *ABCD*, Fig. 16, Taf. 9 ist, so wird eine Reihe von geneigten Bohrlöchern, wie *mn*, *m'n'*, *m''n''*, weit wirksamer seyn, als senkrechte.

Bei dem Absinken eines seigern Schachtes, dessen Sohle eine horizontale Ebene ist, oder bei dem Betriebe einer Strecke, deren Sohle nach einer auf den Almen und der Achse derselben senkrechten Ebene läuft, beginnt man damit, ein zu dem abzubauenden Stosse sehr geneigtes Bohrloch zu treiben. Die Explosion der Pulverladung dieses ersten Bohrlochs wird nur ein geringes Gesteinsvolum absprengen, allein sie wird eine Vertiefung und Entblössung veranlassen, um die man die folgenden Bohrlöcher anbringt, die alsdann eine weit bedeutendere Wirkung haben werden.

Der Bergmann benutzt auch die Schichtungs- und Absonderungsklüfte der Gesteine; bei geschichteten wird daher die Bohrlochsachse parallel mit den Schichtungsklüften getrieben, weil das Gestein in der auf diesen Ebenen senkrecht stehenden Richtung weit leichter reisst, als nach jeder andern.

Pulvermengen. In Beziehung auf die zu der Ladung der Bohrlöcher erforderliche Pulvermenge, ist die bergmännische Praxis gewöhnlich im Irrthume; die Meisten bestimmen die Pulvermenge nur nach der Tiefe des Bohrlochs, von welcher ein gewisser Bruch, z. B., $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$, angefüllt wird. Eine solche Regel, ohne auf die Beschaffenheit des Gesteins, oder auf die Lage des Bohrlochs, in Beziehung zu den freigemachten Seiten, und auf dessen Durchmesser Rücksicht zu nehmen, hat durchaus keine Gründe. Der englische Generalmajor Sir J. F. Burgoyne*) schlägt folgende Regel vor: Nimmt man an, dass ein Gestein gleiche Festigkeit nach allen Richtungen habe, so müssen die anzuwendenden Pulverladungen den Cubikzahlen der Linien des geringsten Widerstandes proportional seyn, welche in diesem Falle nichts Anderes, als die kürzesten Entfernungen der Ladung von der freien Seite des Gesteins sind.

So werden in den Granitbrüchen zu Kingstown unweit Dublin in Irland die Pulverladungen in Unzen *avoir-du-pois*, gleich der Hälfte der Cubikzahlen der Linien des geringsten Widerstandes, in englischen Fussen ausgedrückt, genommen, ohne die Tiefe der Bohrlöcher zu berücksichtigen.

Wir theilen hier eine Tabelle der nach dieser Regel berechneten Linien des geringsten Widerstandes und der entsprechenden Pulverladungen in französischem und preussischem Maasse und Gewichte mit:

*) Abhandlung über das Bohren und Sprengen der Gesteine im 4. Bande der *Papers on subjects connected with the duties of the corps of Royal Engeneers, London 1842, p. 27–91.* H.

Linien des geringsten Widerstandes.							Pulverladungen.	
0,305	Met.	Fuss	9	Zoll	6	Linien	14	Grammen
0,610	—	1	7	—	—	—	112	—
0,914	—	2	4	—	6	—	378	—
1,220	—	3	2	—	—	—	906	—
1,524	—	3	11	—	6	—	1.750	—
1,829	—	4	9	—	—	—	3.024	—
2,134	—	5	6	—	6	—	4.802	—
2,438	—	6	4	—	—	—	5.254	—

Es lässt sich dies vereinfacht folgendermaassen ausdrücken: Die Pulverladung in Grammen ist gleich der Hälfte der Cubikzahl der Linie des geringsten Widerstandes, in Decimetern ausgedrückt.

General Burgoyne sagt, dass die nach der vorhergehenden Regel berechneten Ladungen in dem festen Granite, ohne alle Klüfte, die sonst den Wirkungen der Pulvergase zu Hülfe kommen, hinreichend seyen. Das angewendete Pulver ist übrigens das gewöhnliche, im Handel vorkommende Sprengpulver; wesshalb er der Meinung ist, dass es in Gesteinen von gewöhnlicher Festigkeit hinreichend stark sey, dass aber in vielen Fällen seine Stärke vermindert werden kann. Jedoch würde sich die Regel nicht allgemein auf den Fall anwenden lassen, in welchem das zu gewinnende Gestein nur auf einer Seite entblösst wäre, wie dies, z. B., bei'm Schachtabsinken und bei'm Ortsbetriebe der Fall ist. Man könnte sie aber bei'm Steinbruchsbaue und bei'm Betriebe weiter Oerter, wo die Gewinnung strossenartig erfolgt, und wo stets wenigstens zwei Seiten frei sind, nämlich die obere und die vordere, in Anwendung bringen.

Unglücksfälle und Vorsichtsmaassregeln zu ihrer Verhinderung. Die Sprengarbeit, besonders in harten Gesteinen, die mit dem Stahle Funken geben, erfordert besondere Vorsichtsmaassregeln, die, wenn sie unberücksichtigt gelassen werden, oft bedeutende Unglücksfälle veranlassen. Der Schuss kann während des Besetzens losgehen, indem die eisernen oder stählernen Gezähe an den Stössen des Lochs oder an dem Besetzungsmateriale einen Funken reissen können, der das Pulver entzündet. Ein anderes Mal will der Schuss nicht losgehen, und der zu früh zu dem Bohrloche zurückkommende Häuer kann das Opfer seiner unvorsichtigen Voreiligkeit werden. Ein anderes Mal endlich veranlasst die Ungeschicklichkeit eines Häuers, der das Schwefelmännchen schlecht angesetzt, oder dessen Länge schlecht berechnet hat, so dass er nicht Zeit hat, sich in Sicherheit zu setzen, zuweilen auch Unglücksfälle. Wir kommen weiter unten auf die Vorsichtsmaassregeln zurück.

Zur Besetzung angewendete Substanzen. Wir müssen hauptsächlich bei den Vorsichtsmaassregeln stehen bleiben, welche die Entzündung des Pulvers während des Besetzens veranlasst. Die erste von allen besteht darin, zum Besetzen nur Substanzen anzuwenden, die ganz frei von Quarztheilen sind. Gyps, quarzfreier Schwerspath, wenig gebrannte Ziegelsteine und besonders Letten sind die am Meisten angewendeten Substanzen. Ist das Gestein sehr quarzig, so muss der Letten vorher vorbereitet werden, um jedes Quarztheilchen zu entfernen. Man schlämmt den Thon oder Lehm, arbeitet ihn mit den Händen sorgfältig durch, um jedes gefahrbringende Quarzkörnchen auszuscheiden, trocknet diese Masse dann in der Form von Nudeln (Walchern, Wulchern) und giebt sodann jedem Bergmanne ein Quantum von dieser getrockneten Masse zur Besetzung mit in die Grube. Auf dem Harze bedient man sich theils

des in den Wäschen ausgewaschenen Schwerspathes, der, etwas angefeuchtet, eine sehr bindende Besetzungsmasse giebt, theils aber auch der Grauwacke, oder überhaupt des weichsten mit einbrechenden Gesteins. Im Mannsfeldschen wendet man häufig den Gyps, oder vor dem Streb den Kupferschiefer und Berge an. In den meisten Steinkohlengruben gebraucht man den weichen Schieferthon, der gewöhnlich mehrere Schichten der Steinkohlenformation bildet.

Kupferne Räumnadeln. Eine sehr gewöhnliche Ursache der Entzündung des Pulvers sind die eisernen Räumnadeln. Da sie an dem Bohrlochsstosse anliegen, so können sie durch Reibung gegen denselben, entweder bei'm Herumdrehen der Nadel während des Besetzens, oder bei'm Herausziehen aus dem Loche, Funken reissen. Auch kann die Nadel von dem Stampfer, wenn man Fäustelschläge auf denselben führt, mit fortgerissen werden, die Spitze kann bis auf den Boden des Bohrlochs gelangen und dort einen Funken geben.

Man vermeidet diese Gefahr, indem man, statt der eisernen, kupferne oder vielmehr bronzene Räumnadeln anwendet, indem man dem Kupfer, woraus man sie anfertigt, etwa $\frac{1}{12}$ Zinn zusetzt, welches Gemisch härter, als das Kupfer, ist. Die Nadel selbst kann aus Kupfer und der obere Ring aus Eisen bestehen, indem beide Metalle durch Löthen, oder durch Niete miteinander verbunden werden. Die letztere Verbindungsweise verdient den Vorzug. Man bewirkt sie dadurch, dass man die kupferne Nadel breit schlägt, so dass sie eine Zunge bildet, während das obere eiserne Stück mit dem Auge in eine Gabel ausläuft, welche mit der Gabel zusammengenietet ist. Oder es besteht nur die 6 bis 8 Zoll lange zulaufende Spitze aus der Legirung von Kupfer und Zinn und der obere Theil mit dem Ringe, mit welchem jener durch Löthung verbunden ist, aus weichem Eisen. Jedoch scheinen die erstgenannten Räumnadeln den Vorzug zu verdienen; auch sind sie in den meisten Bergrevier Preussens im Gebrauche.

Die kupfernen Räumnadeln werden von den Bergleuten nicht gern angewendet, da sie nur eine geringe Festigkeit, Steifigkeit und Härte haben, und um ihnen daher diese Eigenschaften etwas mehr zu geben, muss man sie stärker machen, wodurch der Zündcanal auch weiter, und folglich die Wirkung des Pulvergases auf das Gestein vermindert wird.

Der Untersteiger Kurtz zu Clausthal (Berg- u. Hüttenm. Zeit., 1842, S. 338 etc.) schlug Räumnadeln vor, welche aus Eschen-, Hainbuchen- und Weissdornholz bestanden, aber Oehre von Eisen hatten. Die beiden Seitenverlängerungen des eisernen Oehrs sind mit Widerhaken versehen, um das Holz festzuhalten, und ein darüber geschobener Ring verbindet beide Theile fest miteinander. — Auch fischbeinerne Räumnadeln sind versucht.

Veränderte, im sächsischen Erzgebirge eingeführte Schiessmethode*).

Die fragliche veränderte Schiessmethode, eine verbesserte Art des vormaligen Röhrelschiessens, ist zuerst von dem k. k. österreichischen Bergwerkspracticanten Herrn Edlen von Würth, während der Zeit seines Studiums auf hiesiger Bergacademie, in Vorschlag gebracht und nach genauer Prüfung und hierbei als räthlich befun-

*) Entlehnt aus dem Kalender oder Jahrbuche für den Sächsischen Berg- und Hüttenmann auf das Jahr 1844. Freiberg 1844. Seite 133 u. ff. H.

dener Modification derselben, der mehrfachen Vortheile halber, welche sie im Vergleich gegen die zeitherige Besetzungsmethode der Bohrlöcher darbietet, allgemeiner Einführung werth gehalten worden.

Die wesentlichen Eigenthümlichkeiten der verbesserten Schiessmethode bestehen darin, dass die Schiessnadel, welche zeither oberhalb der Papierpatrone in unmittelbarer Berührung einerseits mit der Bohrlochswand und andererseits mit dem Schiessgrande stand und sonach, von beiden dicht und ohne Zwischenmittel umschlossen, mit Anstrengung gezogen werden musste, mit Hülfe eines solchen Zwischenmittels von der Bohrlochswand und dem Grand getrennt, gleichsam isolirt wird, so dass deren Ziehen nun mit Leichtigkeit und ohne alle Besorgniss des Feuerreissens erfolgen kann.

Das bezeichnete Zwischenmittel ist ein auf die Schiessnadel aufgeschobenes Schilfröhrchen von solcher Länge, dass dasselbe von der Bohrlochsmündung aus bis selbst ein kurzes Stück (etwa 1 Zoll) in die Pulverpatrone hineinreicht.

Unter diesen Umständen wird die Gefahr, welche bei der zeitherigen Schiessmethode durch Funkenreissen des Stampfers während der Besetzung der Bohrlöcher und durch das, in Folge dessen häufig veranlasste, zu zeitige Losgehen dieser letzteren stattfand, fast gänzlich vermieden, und zwar ohne dass die betreffende Arbeit nur irgend an Einfachheit verliert und an Kostspieligkeit zunimmt.

Die zu der neuen Methode des Besetzens der Bohrlöcher erforderlichen Instrumente bleiben dieselben, wie zeither; nur kann die kupferne Nadel mit einer eisernen vertauscht, und dieser letztern, theils wegen der grösseren Haltbarkeit des Eisens im Vergleiche zu der des Kupfers, theils weil das Ziehen der Nadel im Schilfröhrchen um Vieles leichter, als längs der Bohrlochswand und im Schiessgrande, sich bewerkstelligen lässt, eine geringere Stärke, besonders gegen das Oehr hin, als der kupfernen, gegeben werden. Wie diese, muss übrigens auch die eiserne nach Unten sich etwas Weniges verjüngend zulaufen und so glatt, als möglich, gehalten werden.

Ohnerachtet der geringern Stärke der eisernen Nadel lassen sich doch die zum Aufstecken auf dieselbe bestimmten Schilfröhrchen oder Schiessröhrel nur aus dem stärkern Theile der Stängel des zur Zünderbereitung dienenden Schilfrohres ausschneiden, was jedoch insofern keineswegs als Nachtheil erscheint, als dieser Theil ohnehin untauglich zur Anfertigung der Zünder ist. Fragliches Schilf wird schon über Tage in Stücke verschiedener Länge im Betrage von circa 6 bis 16 Zoll zur Verwendung bei mehr und weniger tiefen Bohrlöchern zerschnitten und hierbei darauf gesehen, dass die einzelnen Schiessröhrel keine Knicke und krumme Stellen erhalten. Jedes Röhrel wird dann noch, um dessen Aufreissen in den Knoten oder Blattansätzen bei'm Einstossen der Schiessnadel möglichst zu umgehen, mit einer eisernen, an der Spitze feilenartig aufgehauenen Nadel ausgezogen und erweitert.

Soll nun ein Loch besetzt werden, so füllt man die Patronenhülse etwa auf $\frac{3}{4}$ ihrer Länge mit Pulver an, steckt das Schiessröhrel an die vorher geölte oder eingetalgte Schiessnadel und schiebt beides soweit in die Patrone hinein, dass jenes auf dem Pulver aufsitzt, die Räumnadel aber durchaus nicht bis auf den Boden der Patrone gestossen werde; erst dann füllt man die Hülse vollends, so weit nöthig, mit Pulver und biegt das überflüssige Papier fest und an die Nadel an.

Das Einführen der Patrone in's Bohrloch selbst geschieht, wie gewöhnlich, mit Hülfe des (eisernen) Stampfers, den man mit den Händen fest an die beschilfte Nadel drückt, indem man so das Ganze behutsam und ordnungsgemäss bis auf den Boden des

Bohrlochs schiebt. Bezeichnetes Verfahren hat das Gute, dass bei'm etwaigen Zusammensetzen der Patrone ein Abziehen des Schiessröhrels von der Nadel verhindert wird.

Das Einbringen und Feststampfen des Schiessgrandes erfolgt wie zeither; nur wird, um das Pulver vom Besatze zu trennen, statt des bis jetzt hierzu in der Regel verwendeten, hinführo aber nicht mehr zu gebrauchenden Holzpfropfes, ein Moospfropf in's Loch geschoben. Dieser, welcher nicht vollkommen trocken seyn darf, schiebt, seiner Natur nach, die möglicherweise im obern Theile des Lochs verbliebenen Pulverkörnchen und dergleichen vor sich her, reinigt sonach das Loch von dieser an fraglicher Stelle gefährlichen Substanz und gewährt nächstdem den Vortheil, dass, wenn, gegen die Vorschrift, der Pfropf und das Pulver zu stark zusammengestossen wird und hierdurch die Luft dazwischen verdichtet und wohl entzündet werden könnte, dieselbe durch den Pfropf entweichen kann. In Ermangelung des Mooses ist klar gepochter und angefeuchteter Lehm oder dergleichen Papier zum Pfropfe zu verwenden.

Ein Anrücken und Ziehen der Schiessnadel während des Besetzens und ehe das Bohrloch gänzlich mit Schiessgrand erfüllt ist, ist ganz unnöthig und muss auch unterbleiben, weil ausserdem in Folge des noch fortzusetzenden Einrammelns von Schiessgrand und der von der gezogen werdenden konisch geformten Nadel zurückgelassenen concentrischen Höhlung ein Zusammenquetschen des Schiessröhrels zu befürchten seyn würde. Das Ziehen der Nadel erst nach vollendeter Besetzung hat, mit Rücksicht auf die ebene und glatte Innenfläche des Schiessröhrels, durchaus keine Schwierigkeit.

Der erste und jedenfalls am Meisten zu beachtende Vortheil, welchen die neue Besetzmethode gewährt, ist die Beseitigung fast jeder Gefahr bei'm Besetzen. Bei gewissenhafter Manipulation müssen sich daher die Unglücksfälle, welche jetzt während der Schiessarbeit so häufig eintraten, ungemein beschränken, und nur grobe Fahrlässigkeit kann zu deren Wiederholung Veranlassung geben.

Ein zweiter Vortheil ist der, dass das Besetzen leichter und schneller, als bisher, von Statten geht, weil sowohl ein Anladen der, wegen ihrer grössern Härte, in minderm Grade narbig und ungleich dick werdenden eisernen Nadel zu befürchten ist, als auch das Anrücken derselben gänzlich zu unterbleiben hat.

Ein dritter Vortheil liegt darin, dass die neue Besetzmethode etwas wohlfeiler, als die bisherige, zu stehen kommen wird. Zwar ist gegen früher mehr Schilf erforderlich; es ist aber leicht abzusehen, dass dieser erhöhte Aufwand in Folge der Vertauschung der Holzpfröpfe mit den wohlfeileren Moospfröpfen, sowie durch die Verminderung der Kosten bei Anschaffung und Unterhaltung der Schiessnadeln, mehr als gedeckt werde, da eine eiserne Nadel um Vieles billiger, als eine kupferne, zu stehen kommt und sich bei nur einiger Aufmerksamkeit viel länger glatt, narbenlos und brauchbar hält, als eine der letztern Gattung, zumal da von dem angelieferten Zünderschilfrohre schon eine ansehnliche Partie stärkerer Röhrchen übrig bleibt.

Als vierter Vortheil ist zu betrachten, dass dem in's Loch schlagenden Zünder, wegen der glatten Flächen des Schiessröhrels und weil die Zündöffnung ganz von Schilf umgeben und sonach jeder Zutritt von Lehmbröckeln und dergleichen in jene abgeschnitten ist, kein erheblicher Widerstand entgegenzutreten vermag. Die Zünder schlagen desshalb mit erhöhter Sicherheit, sie versagen nicht so leicht, und die Fälle wiederholten Ansteckens der Bohrlöcher müssen sich beträchtlich vermindern, hiermit aber auch die Gefahren dieser Arbeit.

Ein fünfter, zwar noch nicht völlig nachgewiesener, aber sehr wahrscheinlicher Vortheil ist der, dass man der engen Zündöffnung und des somit gegen früher zusammengezogenern Ausgangsweges des Pulvers halber auf eine wirksamere Explosion desselben und folglich auf einen verhältnissmässig grössern Effect rechnen kann.

Die aufgeführten Vortheile, welche die neue Besetzungsmethode, vereint mit der Anwendung von Moospfröpfen und der Abwerfung der ohnehin von den Arbeitern stets nur mit Widerstreben in Gebrauch genommenen Holzpfröpfe, gewährt, sind die Veranlassung gewesen, dass die Arbeiter das betreffende Verfahren bei dem Schiessen gern und bald angenommen haben und ohne alles Widerstreben in allen seinen Theilen befolgen.

Die in Cornwall gebräuchlichen Schiessmethoden und die Mittel, die Räumnadel wegzulassen. Patentzündschnüre oder Sicherheitszünder von Bickford*).

In trockene und niederwärts gehende Bohrlöcher wird das Pulver lose eingeschüttet; dennoch hängen sich einzelne Körner an den feuchten Wänden an, welche sorgfältig mit einem hölzernen Stecken herabgestossen werden sollen, wie auch oft geschieht. Wird mit dem Halmen geschossen, so wird ein Lettenpflock auf das Pulver gesetzt und durch denselben die Räumnadel gesteckt, bis dieselbe beinahe die Sohle des Bohrlochs erreicht. Die Räumnadel bestand früher ganz aus Eisen, jetzt wird dieselbe auch mit kupfernen Spitzen, wiewohl noch bei weitem nicht allgemein, angewendet, um die häufigen Unglücksfälle bei der Schiessarbeit zu vermeiden. Zum Besetzen bedient man sich kleiner Stücke von solchem Gestein, welches keine Funken reisst, wie Dachschiefer, milder Thonschiefer, aufgelöster Porphyr, Granit, Steinkohlen oder derber Kupferkies, und eines eisernen, an seinem untern Ende mit einem kupfernen oder messingenen Kolben versehenen Stampfers. Dasselbe wird in dünnen Lagen übereinander festgestossen, und der Widerstand soll wesentlich von der Anzahl solcher übereinander niedergestossener Lagen abhängen. Die Räumnadel wird herausgeschlagen oder auch zuerst angehoben, indem ein Bohrer durch das Oehr gesteckt und als Hebel gebraucht wird. Dann wird der Halm eingeführt; zum Anzünden dient ein mit Talg bestrichenes Papierstück, welches langsam abbrennt und an dem Halme befestigt wird.

Anstatt des Halms bedient man sich auch häufig der Röhren aus Federkielen oder der Patentzündschnüre von Bickford, welche zu Tucking-mill bei Redruth angefertigt werden. Beide werden vor dem Besetzen in das Bohrloch eingebracht, und bei beiden fällt die Anwendung der Räumnadel fort. Die Röhre aus Federkielen besteht aus einzelnen Gänsefederkielen, welche mit dem dünnern Ende in das weitere gesteckt werden und mit kleingedrücktem Pulver dicht angefüllt sind. Dem Drucke, den dieselben bei dem Besetzen auszuhalten haben, widerstehen dieselben sehr wohl. Die Kosten solcher Kiele und der Patentzündschnüre sind gleich und betragen auf 3 Fuss Länge etwa 3 *d.* oder 2 Sgr. 7 Pf., eine freilich sehr beträchtliche Ausgabe.

Bei söhligen Löchern kann das Pulver nicht auf diese Weise hineingebracht werden, sondern es werden theils Papierpatronen angewendet, die mit etwas Talg zu-

*) Zusatz aus Karsten's Archiv, 2. Reihe XII. 197 etc. H.

sammengeklebt und mit einem hölzernen Stecken bis auf den Grund des Bohrlochs niedergeführt werden, theils wird das Pulver mit einem löffelartigen Instrumente *(fluke)* in das Bohrloch eingetragen.

Bei nassen Bohrlöchern werden Patronen von getheerter oder mit Pech überzogener Leinwand *(pitehcd bag)* oder von Weissblech *(tinplate cartridge)* angewendet; auch ist das Verletten derselben wohl gebräuchlich. Die Patronen von getheerter Leinwand werden denen von Weissblech vorgezogen, weil sie sich vollkommen an die Wände des Bohrlochs anlegen und keine Zwischenräume, wie bei den letzteren, entstehen, wodurch die Wirkung des Schusses vermindert werden soll. Die Zündschnur wird in eine dünne Röhre von Weissblech, etwa $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser, angebracht, um sie gegen die Einwirkung des Wassers zu schützen. Die Wechselpatrone von Chenhalls ist in Löcher von geringer Tiefe anwendbar und hat noch nicht die Beachtung gefunden, welche sie verdient; sie kann sowohl bei niederwärts gehenden, als bei söhligen Löchern angewendet werden; dieselbe lässt sich auch zum Schiessen mit Zündschnüren so vorrichten, dass diese letzteren gleich in einen kleinen besondern Cylinder eingelegt werden können. Die Anwendung von losem Sande als Besatzmasse hat bei Versuchen sehr ungleiche Resultate gegeben und kann daher nicht empfohlen werden.

Die zu frühzeitige Entzündung von Bohrlöchern, welche so viele Unglücksfälle herbeiführt, wird entweder durch die Räumnadel oder durch das Besetzen veranlasst. Die erste Art dieser Entzündungen findet auch bei'm Schiessen mit Halmen statt; diese Fälle haben sich durch den Gebrauch von Räumnadeln mit kupfernen Spitzen vermindert, aber sie sind nicht ganz dadurch beseitigt worden. Die Räumnadel kann Feuer reissen: 1) wenn sie bis auf das Ende des Bohrlochs, also durch das ganze Pulver hindurch gestossen wird; 2) während des Besetzens, wenn sie gegen die Bohrlochswände gepresst wird; 3) bei'm Herausziehen derselben, besonders in dem Falle, wenn sie in's Tiefste des Bohrlochs reichte. Bei'm Besetzen wird die Gefahr besonders durch die an den Bohrlochswänden hängen gebliebenen Pulverkörner erzeugt, indem sie entzündet werden: 1) durch Funken, welche der Stampfer an den Bohrlochswänden; 2) durch Funken, welche derselbe an der Besatzmasse reisst; diese Arten von Entzündungen fallen fort, wenn das Ende des Stampfers von Kupfer ist; 3) durch die Reibung der Besatzmasse gegen die Bohrlochswände und 4) durch die Reibung der Besatzmasse untereinander. Diese Unglücksfälle können beseitigt werden: 1) wenn kein Pulver an den Bohrlochswänden hängen bleibt *); 2) wenn das Ende des Stampfers aus einer Masse besteht, die kein Feuer reissen kann; 3) wenn solche Massen zum Besetzen ausgewählt werden, welche kein Feuer reissen. Der Gebrauch von Kielröhren und Zündschnüren allein kann diese Entzündungen nicht beseitigen **).

*) Dies scheint offenbar das Wichtigste zu seyn und wird durch den allgemeinen Gebrauch von Papierpatronen beseitigt. Diese gewähren auch offenbar den Vortheil; jede Verzettelung des Pulvers bei'm Einbringen in das Bohrloch zu verhüten, die sich doch bei dem Einschütten losen Pulvers nicht ganz in Abrede stellen lässt. Die Mühe der Anfertigung einer Patrone, sowie die Kosten des Papiers, können dagegen gar nicht in Betracht kommen. Ebenso ist auch die Wahl der Besatzmasse besonders da von Wichtigkeit, wo das zu verarbeitende Gestein selbst durch seine Härte sehr zum Feuerreissen geneigt ist. Daher ist bei dem Gangbergbaue auch die Anwendung von besonders vorbereitetem Letten zu Wolgern sehr nützlich und viel allgemeiner, als bei'm Steinkohlenbergbaue, wo der milde, leicht zu erhaltende Schieferthon dessen Stelle vollkommen ersetzt und die geringen Kosten ohne Nachtheil erspart werden können, welche durch die Zubereitung der Wolgern veranlasst werden.

**) Es ist hier wohl von Interesse, zu erinnern, dass in dem trefflichen Jahrbuche für den Berg- und Hütten-

Die Sicherheitszünder wurden auch in Freiberg (Jahrbuch für 1844, S. 129 u. s. w.) versuchsweise angewendet. Die Zünderschnur enthielt in ihrer Mitte auf 1,9 bis 2 Millimet. Dicke Staubpulver, über welches sodann 12 überpichte Linnenfäden und darüber noch schraubenförmig ein Band von 13 bis 14 Millimet. Breite gewunden, die äussere Fläche aber nochmals überpicht ist, so dass die Schnur überhaupt 4,67 Millim. Dicke hatte. Mit einem Theile dieser Zünderschnur, welche in Stücken der nöthigen Länge geschnitten und das untere Ende 3 Zoll tief in die Patrone eingelassen und befestigt seyn, das schief abgeschnittene obere aber 3 bis 5 Zoll über das Bohrloch herausragen muss, sind nun an mehreren Orten in den Gruben Versuche, zum Theil auch in einem Steinbruche über Tage, angestellt worden. Hierbei hat man zwar, wenigstens nach den Angaben einiger Obersteiger, den angepriesenen Vortheil, dass wegen Ersparung der Räumnadel und deren Oeffnung die Kraft des Pulvers mehr concentrirt werde, zum Theil gegründet und auch nach Abbrechung von $\frac{1}{5}$ oder $\frac{1}{6}$ an der gewöhnlichen Pulverquantität der Patrone noch einen genügenden Effect gefunden; auch ist diese Besetzungsart eben wegen des Wegfalls der Räumnadelöffnung vorzüglich bei wassernöthigen Löchern von Vortheil, indem dieselben weniger leicht ersaufen können. Allein auf der andern Seite brannte die Schnur bei'm Anstecken, obgleich man sie desshalb oben aufgedrieselt und ein oder mehrere Schwefelmännchen darein gesteckt hatte, oft nicht leicht an oder fort, machte desshalb ein mehrmaliges Anstecken und einen Zeitaufwand von 10 bis 20 Minuten dafür nöthig, was mit eben so grosser Gefahr für den Arbeiter, als im gewöhnlichen Falle das Ziehen der Räumnadel, verbunden ist. Namentlich wurden aber auch die Wetter durch das Verbrennen des Peches an der Schnur zu sehr und zu lange verdorben, daher man letztere in Grubenbauen wohl selten und wohl nur bei ganz gutem Wetterzuge zur Anwendung bringen kann. Man hat desshalb vor der Hand auch um so mehr von weiteren Versuchen mit dieser Zünderschnur in der Grube abstrahirt, als sie einerseits nicht wohlfeiler, als die Räumnadeln and andererseits jetzt die vortheilhafte Besetzungsart mit in Schilfröhrchen gehenden eisernen Räumnadeln aufgekommen ist.

In England redet man den Bickford'schen Sicherheitszündern sehr das Wort. Hr. John Taylor, der in der bergmännischen Welt eine grosse Autorität und dessen grosse Erfahrung bekannt ist, erklärte vor einem Comité im Unterhause, welches 1835 mit Untersuchung der Unglückfälle in den Bergwerken beauftragt war, dass die durch die Sprengarbeit veranlassten Unglücksfälle mittelst der Sicherheitszünder sehr vermindert worden seyen, so dass man sie als eine sehr wichtige Vervollkommnung ansehen müsse. Ausser diesem Taylor'schen Urtheile giebt es auch in England noch viele andere günstige über diese Sicherheitszünder, da sie an sehr vielen Orten in England angewendet worden sind. Wir begnügen uns aber damit, die Erklärung von Hrn. B. Mullins, eines von

mann, 1836, welches die königl. Bergacademie zu Freiberg herausgiebt, ein Aufsatz: über die Ursachen und Bedingungen der bei Bohrlöchern häufig vorkommenden Explosionen und die dagegen zu ergreifenden Maassregeln enthalten ist, in dem versucht wird, wahrscheinlich zu machen, dass ein Stoss auf das Pulver dessen Explosion herbeiführen könne (wie bei detonirenden Salzen). Die aus den vielfältigen Erfahrungen und Versuchen abgeleiteten Folgerungen sind höchst wichtig für die Praxis und besonders anwendbar. Hiermit in unmittelbarem Zusammenhange steht das Patent des königl. sächsischen Oberbergamtes vom 22. Octb. 1834, die Vorsichtsmaassregeln bei'm Besetzen der Bohrlöcher betr., welches *a. a. O. S.* 130 abgedruckt ist*).

*) Der obige Aufsatz ist weiter oben mitgetheilt.

den Dirigenten der Hafenbauten zu Kingstown, mitzutheilen. Die Sprengarbeit wurde dort nach einem sehr grossen Maassstabe angewendet, und man gebrauchte seit 1833 die Bickford'schen Sicherheitszünder. Man fand sie weit sicherer bei ihren Wirkungen, weniger Zufällen unterworfen und weit wohlfeiler, als das alte Verfahren. Bei'm Verbrauche von 73,600 Pfund Pulver und bei 288,719 Arbeiterschichten fand kein einziger Unfall statt, nur sehr wenige Schüsse versagten, und zwar aus dem Grunde, weil man bei'm Besetzen ein schlechtes Material angewendet hatte, das Steine enthielt, womit die Zünder abgeschnitten wurden. Man hat zu Kingstown in zwei Jahren 167,322 laufende Fuss Zünder verbraucht, die 304 L. $7\frac{3}{4}$ Sh. (2030 Rthlr. Cour.) kosteten. Zu dem Verfahren nach der alten Methode würden 35 Barils Pulver von einem Werthe von 105 Pfd. Sterl. erforderlich gewesen seyn, ohne die zu ihrer Anfertigung erforderlichen Arbeitslöhne zu rechnen.

Es kann bei Anwendung der Bickford'schen Zünder die Pulverladung in jedweder Tiefe in den Felsen eingebracht werden. Bei Dalkey wurde ein 5 Zoll weites und $20\frac{1}{4}$ Fuss tiefes Bohrloch horizontal in die Vorderseite des Felsens getrieben und mit 85 Pfd. Pulver besetzt. Es wurden mittelst dieser Sprengung 2000 Tonnen festes Gestein zersprengt, eine unweit grössere Masse, als man bei einer gleichen Menge von Pulver und bei senkrechten oder geneigten Bohrlöchern, gewonnen haben würde. Es würde aber ganz unmöglich gewesen seyn, ein so tiefes, horizontales Ort auf die alte Weise wegzuthun, während der Zünder das Losgehen des Schusses auf eine sichere Art bewirkt, die Anwendung der Räumnadel unnöthig macht und ein vollkommenes Sicherungsmittel gegen eine zu frühe Explosion, oder gegen das Versagen ist. Auch gewähren die Zünder den Vortheil, dass man mehrere Schüsse zu gleicher Zeit anzünden kann, während bei dem gewöhnlichen Verfahren kaum zwei bis drei auf einmal angesteckt werden können, ohne die Arbeiter der grössten Gefahr auszusetzen.

Sprengarbeit in sehr feuchten Gesteinen und unter dem Wasser, mit Hülfe der Bickfordschen Zünder. In feuchten Steinbrüchen ist die Wirkung der Zünder ebenso sicher, als in den trocknen. Trifft man mit dem Loche auf eine Spalte oder Kluft, welche Wasser giebt, so braucht man das Pulver nur in eine der, oben erwähnten, getheerten oder mit Pech überzogenen Patronen zu thun und in das Pulver einen hinlänglich langen Zünder einzuführen, um den man die Patronen alsdann festbindet. Wird alsdann das Loch auf dieselbe Weise besetzt, wie es gewöhnlich geschieht, so erfolgt das Wegthun ebenso sicher, und das Pulver bringt dieselbe Wirkung hervor, wie bei'm Sprengen in trocknen Gesteinen.

Das Sprengen unter sehr tiefem Wasser und mit Hülfe der Taucherglocke ist durch Anwendung dieser Zünder sehr erleichtert. Früher schloss man das Pulver in eine zinnerne Büchse ein, an welcher eine kleine metallene Röhre angebracht war, die man nach und nach, im Verhältnisse des Aufsteigens der Taucherglocke, durch angeschraubte Stücke bis über das Wasser hinaus verlängerte. Man entzündete darauf das Pulver dadurch, dass man ein Stückchen glühendes Eisen durch die Röhre auf dasselbe warf.

Die Zünder, welche bei'm Sprengen unter dem Wasser angewendet werden, in England *sump fusees* genannt, sind etwas anders angefertigt und kosten mehr, als die gewöhnlichen. Man wendet sie auf folgende Weise an: In die Mitte einer wasserdichten, die Pulverladung enthaltenden Patrone wird das Ende eines 5 bis 6 Fuss langen Zünders eingebracht, darauf das Ende der Patrone um dasselbe festgebunden und

dann in flüssiges Pech gesenkt, damit kein Wasser durch die Oeffnung hineindringen könne. Noch besser ist zu diesem Gebrauche ein Gemisch von 8 Gewichtstheilen Pech, 1 Theil Wachs und 1 Theil Talg, die man zusammen zergehen lässt, ohne dass sie jedoch zum Sieden kommen. Diese so zubereitete Patrone wird in das in das Gestein gebohrte Loch geführt und mit Sand oder mit Gesteinsbruchstücken aus dem Loche selbst besetzt. Das Ende des Zünders, welches im Innern der Taucherglocke bleibt, wird entzündet, dann in das äussere Wasser zurückgeworfen, indem man es unter dem Rande derselben durchsteckt. Die Glocke wird dann, auf ein gegebenes Signal, 8 oder 10 F. weit entfernt. Der Zünder brennt im Wasser fort und entzündet das Pulver. Die geringe Entfernung der Glocke von dem zu sprengenden Gesteine ist hinreichend, um den Arbeiter von aller Gefahr zu befreien, und sie gestattet ihm, sogleich nach erfolgter Explosion ohne Zeitverlust weiter zu arbeiten.

Diese Methode wurde mit gutem Erfolge bei den Grundarbeiten 22 bis 28 Fuss unter dem Wasser bei der Ebbe, die 12 F. niedriger als die Fluth war, angewendet.

Auch General Burgoyne hat die zum Sprengen unter dem Wasser angefertigten Zünder probirt. Ein solcher Zünder von $\frac{3}{10}$ Zoll Durchmesser wurde 16 Stunden lang unter dem Wasser gehalten und nur die beiden Enden blieben heraus, allein er verbrannte darauf seiner ganzen Länge nach. Das eine Ende eines 25 Fuss langen Zünders wurde in eine, einige Unzen Pulver enthaltende wasserdichte, Patrone gesteckt und das andere an ein Seil gebunden; die Patrone wurde, mit einem Steine beschwert, in's Wasser gesenkt, nachdem man vorher das Ende des Zünders angesteckt hatte, den man darauf an dem Seile in's Wasser hinabliess, bis dass die Patrone 39 Fuss unter dessen Oberfläche gelangt war. Bei allen Versuchen theilte der Zünder das Feuer dem Pulver nach 13 bis 14 Minuten mit. — Ein anderer, $\frac{5}{8}$ Zoll starker und 51 bis 52 Fuss langer, besonders zubereiteter Zünder gab dieselben Resultate.

Auch die gewöhnlichen, zum Sprengen unter dem Wasser nicht zubereiteten Zünder wurden versucht. In einigen Fällen verbrannten sie gut bis auf einige Fuss unter dem Wasser, wenn man sie kurz nach dem Eintauchen entzündete; allein in andern Fällen brannten sie nur auf kurze Längen. Offenbar sind diese Zünder nicht zweckmässig zu einem gänzlichen und längern Untertauchen unter das Wasser eingerichtet; allein sie reichen in wasserführenden Gesteinen aus, vorausgesetzt, dass man sie entzündet, ohne sie vorher lange in der Feuchtigkeit gelassen zu haben.

Leider sind die Sicherheitszünder theuer; in Frankreich kostet das laufende Meter 11 Cent. (der laufende Fuss etwa $3\frac{1}{3}$ Silberpf.); zu einem Loche von 0,50 Meter (19 Zoll) Tiefe, welches man nur mit 70 bis 100 Grammen (5 bis 7 Loth) Pulver besetzt, würde also ein 5 Cent. (etwa 5 Silberpf.) kostender Zünder erforderlich seyn, während 100 Gr. Pulver in Frankreich 21 Cent. (d. h. die Kilogr. 2 Fr. 10 Cent.) kosten. Es würde also eine Kostenerhöhung von etwa 25 Proc. auf das Pulver seyn. Bei grossen Bohrlöchern treten andere Verhältnisse ein, und selbst bei'm Schacht- und Ortsbetriebe nach grosen Dimensionen, wobei man oft Löcher von 0,60 bis 1 Met. (2 bis 3 Fuss) Tiefe abbohrt und sie mit 200, 250, selbst 500 Gr. Pulver besetzt, findet ein besseres Verhältniss statt. Der Vortheil der Bickford'schen Zünder würde alsdann unzweifelhaft seyn, und es würde selbst dadurch eine Ersparung veranlasst, da er die sonst versagenden Schüsse, besonders da, wo das zu sprengende Gestein wasserführend ist, verminderte.

Aus den, in mehreren Gruben und Steinbrüchen in den franz. Departements der untern Loire und der Maine und Loire angestellten Versuchen mit den Bickford'schen Zündern, welches unter Leitung des Hrn. Ingenieurs Lechatelier geschah, geht hervor, dass dabei an Pulver gespart wurde, weil die Zündröhre enger ist, als bei der gewöhnlichen Besetzung mittelst der Zündnadel, so dass sie also dennoch vortheilhafter seyn können, ohnerachtet sie mehr kosten. Auch in den Gypsbrüchen am Montmartre werden die Zünder mit gutem Erfolg angewendet.

Kupferne Stampfer. Bei der gewöhnlichen Besetzung mit Räumnadeln ist es zur Vermeidung jeder Gefahr nicht hinreichend, wenn nur diese aus Kupfer bestehen, indem auch der Stampfer, indem er sich gegen das Gestein reibt, Funken reissen und das Pulver entzünden kann. Man hat daher den Vorschlag gemacht, den untern Theil des Stampfers, der stets stärker, als der übrige, ist, aus einem Gemisch von 86 Theilen Kupfer und 14 Theilen Zinn anzufertigen und ihn an die eiserne Stange zu löthen. Stampfer dieser Art wendete man ehedem in Cornwall an.

Hölzerner Stampfer. Steiger Kurtz gab Stampfer an, deren unteres, etwa 1 Fuss langes Ende aus Buchen- und Dornholz, das obere aber aus Eisen bestand. Das untere Ende des eisernen Oberstücks ist mit einer Hülse versehen, in welche ein Zapfen des hölzernen Endes passt. Zur Befestigung geht ein eiserner Stift durch Hülse und Zapfen.

Man darf nie das Pulver lose in das Bohrloch schütten. Die von der Reibung des Stampfers an dem Gesteine hervorgebrachten Funken können übrigens das Pulver nur dann entzünden, wenn einige Körner von demselben, bei'm Hineinbringen der Ladung, an den Bohrlochswänden hängen geblieben sind. Eine solche Verstreuung von Pulver ist ohne Zweifel die Ursache der häufigsten und gefährlichsten Unglücksfälle. Man muss daher Alles anwenden, um sie zu vermeiden, und aus diesem Grunde haben wir schon gesagt, müsse man nie Pulver lose in das Loch schütten, sowie es leider noch immer von vielen Bergleuten, besonders bei kleinen, schlecht beaufsichtigten Bergwerken, geschieht. Die Pulverladung muss stets auf die oben angegebene Weise von einer Patrone umschlossen seyn, auf die bereits erwähnte und noch zu erwähnende Weise besetzt und weggethan werden. Dann wird jede Gefahr vermieden. Jedoch sind, wie bemerkt, viele Bergleute weit davon entfernt, diese Vorsichtsmaassregeln anzuwenden, sondern sie schütten das Pulver lose in das getrocknete Loch, setzen entweder einen Papierpfropf, oder auch sogleich das Besetzungsmaterial darauf und wenden eiserne Räumnadeln und Stampfer an.

Die Anwendung eines auf das Pulver gesetzten Papierpfropfes hat viel Nachtheiliges. Der Zünder, sey er auch von welcher Art er wolle, theilt oft das Feuer nicht sogleich dem Pulver mit und entzündet nur die obern Theile des Papiers. Da sich nun das Feuer in demselben erhält und nur langsam fortpflanzt, so kann der Schuss lange ausbleiben und erst dann erfolgen, wenn der Häuer, in der Meinung, er habe versagt, zu dem Loche zurückkommt, um es anders zu besetzen. Der Holzpflock, der noch hin und wieder angewendet wird, oder Pfropfen von präparirtem Letten, verdienen den Vorzug.

Chenhall's Wechselpatrone. Chenhall, Bergbeamter zu St. Just in Cornwall, hat seit langer Zeit einen, schon oben erwähnten, Apparat erfunden, um das Pulver ohne Patrone auf die Bohrlochssohle zu bringen. Er besteht aus einer kupfernen Röhre, Fig. 13, Taf. 9, von etwa 2 Fuss Länge und von einem etwas geringern äus-

sern Durchmesser, als das Bohrloch ist, in welchem sich ein kleiner Kolben mit einer graduirten Stange bewegt. Man zieht den Kolben so weit zurück, dass ein Raum für die Pulverladung bleibt, die man in denselben einschüttet und dann die Oeffnung mit einem kleinen Pfropfen von Letten verschliesst. Man kehrt darauf die Röhre um, führt sie in das Bohrloch und drückt das Pulver mittelst des Kolbens in dasselbe. Dann zieht man die sogen. Wechselpatrone heraus und verfährt, wie gewöhnlich. Der Chenhall'sche Apparat kann nur bei niederwärtsgehenden und bei söhligen Löchern angewendet werden; in dem letztern Falle ist es zweckmässig, auf den Kolben und vor dem Einfüllen des Pulvers einen Lettenpfropf zu setzen, der vielleicht hinreichend seyn möchte, das Pulver in dem schwach abfallenden Loche zurückzuhalten.

Wendet man als Zünder eine Röhre aus Federkielen, oder Bickford'sche Patentzündschnüre an, so könnte man an die Wand der Chenhall'schen Patrone eine kleine innere, cylindrische Röhre anbringen, welche den Zünder aufnimmt, den man alsdann zu gleicher Zeit mit der Ladung einführt.

Es erleidet gar keinen Zweifel, dass die Chenhall'sche Wechselpatrone nicht in allen solchen Fällen angewendet werden sollte, wo man sich nicht die Mühe geben will, das Pulver in Patronen zu machen. Jedoch macht dies so wenig Mühe und Kosten, dass man dieser Methode im Allgemeinen den Vorzug vor der Chenhall'schen geben wird.

Fournet'scher Stampfer. Hr Fournet, Director der Kohlengruben zu Aniche im Norddepart., und früher der Kohlengruben Grand-Croix im Loire-Depart., hat den Vorschlag gemacht, die Räumnadel in die Mitte des Bohrlochs und nicht an die Wand desselben, während des Besetzens zu bringen, so dass das Zündloch also mitten in der Besatzmasse gebildet wird. Er hat ferner einen Stampfer vorgeschlagen, der aus einer eisernen Stange besteht, welche in einen kupfernen, in der Mitte durchbohrten Ring endigt, durch den die Räumnadel hindurch gesteckt werden kann. Ein zweiter Ring befindet sich etwas höher am Stampfer, der als Leiter für die Räumnadel dient und dazu beiträgt, dass diese letztere in der Mitte des Bohrlochs erhalten wird. Die mit einer bronzenen Spitze versehene Räumnadel kann nicht mit einem runden Auge oder Oehr versehen seyn, um dieselbe zurückzuziehen, sondern hat einen länglichen Schlitz, durch den das abgeplattete Ende des Krätzers gesteckt wird, um dieselbe nach Vollendung des Besatzes aus dem Loche herauszuziehen *).

Ursachen der Bohrlochsexplosionen und dagegen zu ergreifende Maassregeln **). Bei weitem die meisten Verunglückungen der Bergleute, wenn wir die massenweis tödtenden schlagenden Wetter ausnehmen, rühren von Bohrlochsexplosionen bei der Sprengarbeit her, wesshalb wir auch, nachdem wir mehrere der dagegen zu ergreifenden Maassregeln speciell kennen gelernt haben, nochmals des Breitern auf den schon weiter oben kurz erwähnten Gegenstand zurückkommen.

Ohnerachtet nun in neuerer Zeit dieser Umstand schärfer in's Auge gefasst worden ist und man specielle Erörterungen und Versuche darüber angestellt hat, so ist es doch noch nicht gelungen, denselben vollständig aufzuklären. Von den angestellten Untersuchungen und gemachten Erfahrungen soll das Wesentlichste hier mitgetheilt werden,

*) *Annales des Mines, 3. Série. Tome XIII. p. 319;* und Karsten's Archiv, 2. Reihe XII. 192 etc.

**) Zusatz des Uebersetzers aus dem Freiberger Jahrbuche auf 1836, S. 1 etc. H.

um die Aufmerksamkeit des bergmännischen Publicums auf den bemerkten wichtigen Gegenstand zu lenken und somit den Weg zu weitern Untersuchungen über denselben zu bahnen.

So wenig als Electricitätsentwickelung bei'm Rücken der Nadeln, bei den Stössen der Stampfer und in Folge ähnlicher Veranlassungen, eine haltbare Erklärung für die erste Entzündung bei Bohrlochsexplosionen gewähren dürfte, da sich bei'm Besetzen der Bohrlöcher immer nur die Electricität leitende Körper reiben und es folglich bei dieser Manipulation nicht bis zur Funkenentwickelung kommen kann, ebensowenig scheint ein durch heftiges Zusammenstossen harter Körper sich erzeugendes eigentliches Funkengeben die Ursache von solchen zu seyn. Denn vielfältige Versuche, die in Freiberg, auf dem Messingwerke zu Niederauerbach und auf der Eisenhütte zu Mückenburg durch die Herren Lampadius, v. Weissenbach, Reich, Brendel, Netto u. A. mit kupfernen, messingenen, tombacknen und andern Räumnadeln und allerhand Steinarten angestellt worden sind, haben gelehrt, dass das Funkengeben der Metalle und Steine gegeneinander, ausser bei'm Anschlagen harter Steine an Stahl oder hartes Eisen, kein eigentliches Feuerreissen sey, dass nämlich die leuchtenden Funken keine so hohe Temperatur erhalten, um Pulver zu entzünden, und dass also eine Bohrlochsexplosion aus diesem Grunde wohl nur durch eiserne Stampfer oder eiserne Räumnadeln entstehen könne, und immer nur in dem Falle, wenn zugleich das Pulver oder der Besatz mit Quarzkörnern verunreinigt oder das Gestein quarzig ist.

Nur unter äusserst complicirten Verhältnissen lässt sich ferner denken, dass Pulver in Bohrlöchern durch Luftcompression zur Enzündung gelangen könne. Daher dürfte wohl auch von dieser Art der Entzündung des Pulvers in Bohrlöchern zu abstrahiren seyn. Einestheils beläuft sich nämlich die Compression der in dergleichen Löchern zwischen dem Pulver befindlichen Luft, anstatt bis auf ein Achtundzwanzigstel des ursprünglichen Volums, wobei im Biot'schen Tachypyrion erst Pulver entzündet wurde, kaum auf mehr als die Hälfte des ersten Umfangs, auch dürfte in Bohrlöchern kaum je ein genügendes hermetisches Abschliessen der zu comprimirenden Luftpartikeln stattfinden und ebensowenig Raum zur Fortpflanzung der Entzündung vorhanden seyn, da doch nach Versuchen Herrn Reich's zum Fortbrennen angezündeten Pulvers eine Raumweite von mindestens 0,0135 Dresdner Zoll erfordert wird. Andern-theils kann aber auch die Compression der in den Pulverporen vorhandenen Lufttheilchen nicht die Veranlassung der Entzündnng seyn, weil ausserdem Pulver in luftleerem Raume durch Schlag nicht entzündet werden würde, wie dies doch bei v. Weissenbach's und Reich's Versuchen mit ähnlichen leicht explodirenden Mischungen der Fall war. Fast nicht mehr als letztere Entzündungsmodalität hat eine vierte, die durch Reibungswärme zu bewirkende, für sich, da sie desshalb nicht intensiv genug werden kann, weil die Reibung der Räumnadeln gegen das Gestein jedesmal nur sehr kurze Zeit anhält und die erzeugte Wärme sogleich durch die Metalle, das Gestein u. s. w. fortgeleitet wird. Beweise dafür lieferten einige Versuche, nach denen die Reibungswärme nicht im Stande war, unter Kunstgezeugskrummzapfen eingestreutes Pulver zu entzünden.

Die wenigsten Einwendungen dürften sich vielleicht gegen die Annahme einer Wirkung des während des Besetzens explodirenden Pulvers, als eines detonirenden Salzes, erheben. Die Explosion würde dann auf der durch den Stoss bewirkten Annäherung der Atome beruhen. Durch diese Annahme erklären sich nicht allein die sämmtlichen

Schlagversuche, sondern auch die in Französischen und Englischen Pulvermühlen bald kurz nach dem Eintragen der rohen Gemengtheile in die Stampfwerke (und zwar auf diese Weise am Häufigsten), bald durch die blosse Reibung der umlaufenden hölzernen Scheiben in den Körnsieben vorgekommenen Explosionen, sowie eine im Freiberger Bergreviere bei dem Durchstecken der Räumnadel durch die Patrone bis auf den Boden des Bohrlochs erfolgte Pulverentzündung, obwohl man bei in Freiberg unter einem Kunstgezeugskrummzapfen und auf andere Weise vorgenommenen Reibungsversuchen, wobei der Druck zum Theil bis zu 919 Atmosphären gesteigert wurde, wenn keine stossweise Wirkung, sondern nur ruhige und langsame Reibung stattfand, durchaus keine Pulverentzündung hervorbringen konnte.

Es scheint daher dem Pulver wohl bis zu einem gewissen Grade die Eigenthümlichkeit eines durch Stoss detonirenden Salzes (also eines Knallsalzes) beizuwohnen, und diese Eigenschaft desselben zu vielen, vielleicht den allermeisten Explosionsfällen die Veranlassung gegeben zu haben. Möglich ist es indess allerdings auch, dass mehrere der angeführten Wärmeentwickelungsarten, obwohl einzelne derselben für sich allein keine Explosion zu erzeugen scheinen, in gewissen Fällen dergleichen durch ihr Zusammenwirken hervorgebracht haben.

Um sich nun gegen alle die verschiedenen Pulverentzündungsmodalitäten, welche möglicherweise auf irgend eine Art wirksam werden können, thunlichst zu verwahren, wird es zunächst unfehlbar von Nutzen seyn, das Pulver nicht allein chemisch, sondern auch mechanisch bestens zu reinigen, und zwar ersteres namentlich, um dasselbe von gewissen, allerdings erst noch durch genaue chemische Untersuchung in demselben nachzuweisenden, die Knallsalzeigenschaft wesentlich besitzenden Stoffen, z. B., chlorsauren Salzen und dergleichen Ingredienzien mehr, zu befreien.

Nächstdem dürfte das bereits von Seiten des königl. sächsischen Oberbergamts zu Freiberg angeordnete Verfahren, die Räumnadeln und Stampfer nach längerem Gebrauche, wodurch dieselben, der Erfahrung gemäss, allmälig erhärten, von Zeit zu Zeit auszuglühen, gegen die zweite Entzündungsmodalität um so mehr sichern, wenn zugleich zum Besatze der Bohrlöcher, anstatt der Lehmwolgern, ganz quarzfreier Töpferthon angewendet würde, den man, um die Kosten gegen jene auszugleichen, durch Maschinen formen lassen könnte.

Es steht ferner durch vielfältige Erfahrung fest, dass es die Gefahr bei'm Besetzen der Bohrlöcher wesentlich verkleinert, wenn die Räumnadeln mit Oel oder mit Talg vor dem Gebrauche bestrichen werden; hingegen haben Versuche in Freiberg gelehrt, dass Ueberzüge mit bleibenden Substanzen, Caoutchouclack, Compositionen aus Zinn und Blei, oder Zinn und Zink, sowie auch die in Ehrenfriedersdorf versuchten ganz zinnernen Räumnadeln, abgesehen von der Kostbarkeit, unhaltbar und zweckwidrig sind, und dass endlich Ueberzüge von Bast, Papier oder Hanf, wodurch der Stoss allerdings gemildert und Feuerreissen vermieden werden würde, die Gefahr wegen Fortglimmens des Feuers bei abschlagenden Zündern nur vergrössern müssten, und wegen Umständlichkeit der Behandlung von den Häuern nie bleibend gehörig in Anwendung gebracht werden dürften. Letzteres wäre wahrscheinlich auch zu erwarten, wenn die Räumnadeln durch eine einfache Schraubenvorrichtung, worüber annoch Versuche eingeleitet sind, herausgewunden würden, um gleichfalls das Stossen und Rücken bei'm Herausschlagen zu vermindern.

Die Substanz der Räumnadeln dürfte übrigens, so lange es nur nicht gerade hartes Eisen ist, ohne erheblichen Einfluss seyn.

Hölzerne Stampfer, welche ebenfalls zu mehrerer Sicherheit beitragen dürften, wurden schon vor 30 Jahren wegen zu kurzer Dauer verworfen, oder doch nur in einzelnen passenden Fällen angewendet; selbst eiserne Stampfer mit bleiernen, kupfernen und auch hölzernen Untertheilen, die allerdings zum Funkenreissen ebenfalls weniger Anlass geben würden, haben sich bei neuerlichst in Freiberg angestellten Versuchen unhaltbar bewiesen.

Um eine Berührung des Pulvers mit etwa in dem Lehmbesatze befindlichen Quarzkörnern, sowie mit dem Stampfer, möglichst zu hindern, ist es seit dem Jahre 1795 in dem Schneeberger und Freiberger Bergamtsrevier eingeführt, und nachdem neuere Versuche auf Himmelsfürstfundgrube dem Zweck entsprechend ausgefallen sind, für immer als Norm angenommen worden, unmittelbar auf das Pulver einen kurzen Holzpfropf aufzusetzen, und zuverlässig würden Bohrlochsexplosionen seltener vorkommen, wenn nicht, aus Bequemlichkeit der Häuer, diese Pfröpfe nur zum kleinsten Theile gebraucht würden. Schon darum würden auch längere, an sich gewiss zweckmässigere, Pfröpfe nicht zu empfehlen seyn, wenn auch nicht Versuche erwiesen hätten, dass der Effect der mit langen hölzernen Pfropfen oder Aufsätzen über der Pulverladung versehenen Bohrlöcher merklich geringer ausfällt, als der auf gewöhnliche Weise besetzten Löcher. Beide Nachtheile würden nun durch auf die Pulverladung gesetzte Seilknoten zwar vollkommen beseitigt, indem diesen Knoten wegen guten Abschlusses von manchen Seiten selbst eine Erhöhung des Effects des Schusses zugeschrieben wird[1]; dagegen findet bei deren Anwendung viel Gefahr des Fortglimmens bei abschlagenden Löchern und der Verstopfung der Zündöffnung statt, wie es sorgfältige Versuche im Freiberger Reviere dargethan haben, wesshalb der Gebrauch von Seilknoten nur bei sehr vorsichtigen Häuern zuzulassen seyn möchte.

Vollkommen begegnen würde allerdings dem Feuerreissen und zugleich der Luftcompression eine von Herrn Borrmann vorgeschlagene Besetzungsmethode. Derselben gemäss wird ein cylindrischer Bleipfropf an die Patronenhülse mit einem Ende festgebunden, die Hülse hierauf von Unten mit Pulver gefüllt und sodann, nachdem zuvor in die Achsenbohrung des Bleipfropfs der Zünder gesteckt worden ist, in das Bohrloch geschoben, zuletzt aber ein halbcylindrischer, auf der Innenseite konisch ausgenommener Keil von Zinn oder Blei neben dem Bleipfropfe eingetrieben. Oder man besetzt das Bohrloch auch wohl, anstatt des Bleipfropfs, sogleich mit zwei der beschriebenen gegeneinander gelegten Metallkeile, welche in die Patrone eingebunden worden sind, wobei der Zünder in die Spitze des sich so bildenden kegelförmigen innern Hohlraums gesteckt und der übrige Raum des Bohrlochs, wie auch bei der ersten Methode geschieht, mit Sand ausgefüllt wird. Der schlechte Effect der in Freiberg vorzugsweise so besetzten Bohrlöcher, sowie die ausserordentlich grosse Kostbarkeit dieser Besetzmethode, welche doch immer noch keine vollkommene Garantie gegen alle Explosionen gewährt, widerrathen diese Besetzungsmethode aber gänzlich.

Weit erfolgreicher, als alle andere, namentlich mechanische Hülfsmittel, wird übrigens ein möglichst vorsichtiges Verfahren bei'm Besetzen seyn. Es wird dasselbe gegen die zweite und vierte Entzündungsursache ganz, gegen die dritte und fünfte gewiss grösstentheils sichern und jede Besetzungsart, selbst die mit eisernen Räumnadeln nicht ausgeschlossen, unschädlich machen.

Am Oberharze dürfen nur Gedingarbeiter und Weilarbeiter selbst schiessen, bei den Tagelöhnerarbeiten dagegen, geschieht das Besetzen und Wegthun (Schiessen) — sowie auch das Anweisen des Bohrlochs — durch den Untersteiger, und diese Einrichtung, dass nicht jedem Unerfahrenen der Gebrauch des Pulvers überlassen wird, ist sicher sehr weise. Das Schiessen geschieht durch das Schwedel, eine Art Stupine, d. h., durch ein mit Pulver gefülltes Dütchen, dessen Spitze auf die von der Räumnadel gelassene Oeffnung aufgesetzt wird. Um die Unglücksfälle bei der Sprengarbeit, die selbst den geprüftern Bergleuten passiren können, möglichst zu vermeiden, wurde von der Berghauptmannschaft zu Clausthal bereits 1828 die nachstehende Verordnung über das Schiessen erlassen *).

1) Die Räumnadel, insbesondere deren abgerundete Spitze, soll bei jedesmaligem Gebrauche mit Oel bestrichen werden;

2) wenn die Räumnadel in die gefüllte Patrone gesteckt wird, darf nicht mit dem Fäustel darauf geschlagen werden;

3) bei'm ersten und zweiten Bunde des Besatzes soll guter Letten eingestampft und der Besatz nur lose auf die Patrone gebracht werden; jedoch muss der folgende Besatz so viel, als möglich, fest aufgestampft werden;

4) sollte das Schwedel nicht hauen, d. h., die Entzündung des Pulvers der Patrone nicht erfolgen, so soll erst nach Verlauf einer haben Stunde der Bergmann wieder nach dem Loche fahren;

5) wenn das Loch nach Aufsetzung eines neuen Schwedels auch alsdann noch nicht abgeht, darf der Bergmann nach Verlauf einer halben Stunde dasselbe, insofern es ein unter sich gebohrtes oder schwebendes ist, mit Wasser aufbohren. Ansteigende oder über sich gebohrte Löcher dagegen sollen, wenn sie nach zweimaliger Aufsetzung des Schwedels nicht abgegangen, niemals von Neuem aufgebohrt werden, sondern es soll ein neues Loch neben dem besetzten gebohrt werden;

6) der Häuer soll darauf achten, dass er nur eine Besetzungsmasse wählt, welche kein Feuer giebt, also etwa milden Thonschiefer oder alten Gypsmörtel, worin kein Sand enthalten ist;

7) kein auf das Schwedel gesetztes Männchen soll durch das Grubenlicht angezündet werden, sondern durch einen Schwefelfaden.

Dass das Männchen, wie der Schwefelfaden, der zum Anzünden dient, vorher abgebäht, d. h., durch's Licht gezogen seyn müssen, um etwa anhängende Haare abzusengen, die leicht das Feuer schneller fortleiten, als die Arbeiter sich entfernen, gehört schon zu den allgemeinen bekannten Vorsichtsmaassregeln. Ausdrücklich verordnet ist indessen noch, dass, wenn mehrere Arbeiter unweit voneinander beschäftigt sind, sie sich erinnern sollen, die ertheilten Vorschriften zu befolgen, und sollen solche, welche denselben zuwiderhandeln, ernstlich bestraft werden. Ehe wir jedoch weiter gehen, wollen wir erst noch einige die Häuerarbeiten im Allgemeinen betreffende Gegenstände betrachten, welche im vorigen Abschnitte nicht mehr aufgenommen werden konnten.

Ganz allgemeine Maassregeln sind die folgenden, welche auch bei allen Bergwerken als gesetzlich verordnet und auf ihre Befolgung genau gewacht werden:

*) Zusatz des Uebersetzers aus des Bergraths Dr. Zimmermann Harzgebirge in besonderer Beziehung auf Natur- und Gewerbskunde. 2 Bde., Darmstadt, 1843. I. 354. H.

1) Ueberall, wo das Gestein Gemengtheile enthält, welche mit dem Stahle oder Eisen Funken zu geben im Stande sind, soll man den Gebrauch der eisernen Räumnadeln verbannen und nur solche anwenden, die entweder gänzlich aus Kupfer oder Bronze bestehen, oder die doch wenigstens eine solche Spitze haben, wenn auch die obern zwei Dritttheile aus Eisen bestehen. Sind die Sicherheitszünder von Bickford nicht theurer, oder veranlassen sie nur wenig mehr Kosten, als das gewöhnliche Verfahren, so müssen sie von den Verwaltungsbehörden als allein anzuwenden verordnet werden.

2) Das Pulver darf bei Strafe nicht lose, sondern es muss stets in Patronen von starkem Papiere in das Bohrloch eingeführt werden.

3) Jeder Häuer muss mit einem hölzernen Stampfer versehen seyn, um mit demselben die Patrone bis auf den Boden des Bohrlochs führen zu können.

4) Zum Besetzen dürfen nur ganz quarzfreie Substanzen angewendet, und es müssen zu dem Ende, wenn es erforderlich, Lettenmassen präparirt werden.

5) Unmittelbar auf die Patrone muss entweder ein Holzpflock oder ein Pfropf von gehörig geschlämmtem und von den steinigen Theilen befreietem Letten gesetzt werden.

6) Die Bergleute dürfen nicht eher wieder zu dem Bohrloche, welches nicht losgegangen ist, kommen, als nach einer 8 bis 10 Mal längern Zeit, als die ist, in der gewöhnlich der Schuss losgeht.

Sprengen in wasserreichem Gesteine und unter dem Wasser. In wasserreichem Gesteine geht der Schuss oft verloren, weil das Pulver feucht wird, obwohl man das Bohrloch vorher mit Werg, welches man an den Krätzer befestigt, ausgetrocknet hat. Patronen von getheerter Leinwand und Bickford'sche Zünder sind unter diesen Umständen sehr zweckmässig. Auch zeigte es sich bei sehr nassen Bohrlöchern im Erzgebirge als sehr zweckmässig, die gewöhnlichen Papierpatronen mit Stanniol zu umgeben.

Wendet man dasselbe Verfahren mit besonders zu diesem Zwecke zubereiteten Zündern, sogenannten *sump fusees* an, und berücksichtigt die oben erwähnten Sicherheitsmaassregeln, so kann man Felsen in jeder Tiefe unter Wasser sprengen. Man wendet dabei entweder die Taucherglocke an, oder bei geringen Tiefen unter dem Wasserspiegel lange Bohrer, deren Köpfe aus dem Wasser hervorragen.

Besetzung mit Keilen zum Sprengen unter dem Wasser. Statt der gewöhnlichen Besetzung, wendete Daniel Thunberg bei den von ihm ausgeführten Arbeiten zu Carlskrona in Schweden ein weit einfacheres Mittel an, welches Herr Baillet in dem *Journal des Mines* beschrieben hat. Die Besetzungsmasse wird nämlich durch zwei eiserne Keile ersetzt, welche in Fig. 15, Taf. 9 dargestellt worden sind. Jeder von diesen Keilen endigt in eine ebene, kreisrunde Fläche, von einem etwas geringern Durchmesser, als der der weissblechernen Büchse ist, welche zur Aufnahme des Pulvers dient. An die Basis des ersten Keils wird die in eine leinene oder papierne Patrone befindliche Pulverladung mit einem Bindfaden festgebunden. Der zweite Keil legt sich mit seiner geneigten Ebene an den ersten und ist mit einer eisernen Stange versehen, die aus der obern Oeffnung der weissblechernen Röhre hervorsteht. In den sich berührenden Flächen der Keile ist eine Rinne eingefeilt, die bis zu dem Pulver geht, und die sich an der Röhrenwand in einen hölzernen Stab verlängert, der auch rinnenförmig ausgehöhlt ist, und den man an der Stange des obern Keils festbin-

det, nachdem man in die Rinne einen Zünder eingelegt hat, der die Entzündung des Pulvers bewirkt. *e* ist ein am Ende des Zünders angebrachtes Schwefelmännchen. *B* und *C* sind zwei Flössen, die zum Abbohren des Loches und zum Wegthun des Schusses dienen. *D* ist ein Gesteinstück, welches das zu weite Wegspringen der Stange an dem Keile bei'm Losgehen des Schusses hindert.

Wenn nun das Loch mit einem hinlänglich langen und starken Bohrer abgebohrt worden war, so führte man eine, unten verschlossene, weissblecherne Röhre in dasselbe ein, nachdem vorher die Pulverladung in derselben eingeschlossen worden war. Man setzte alsdann das Schwefelmännchen *e* auf, brachte das Gewicht *D* auf die Stange und that den Schuss weg. Die Explosion erfolgte sogleich. Der Keil *b* wurde herausgetrieben, allein der Keil *c* konnte nicht weichen, und die beiden vereinigten Keile bildeten die Besetzung, deren Wirkung nie fehlte, wie die Erfahrung es bewiesen hat.

Man verlor gewöhnlich vier Fuss Röhre und den untern Keil, wogegen der obere bei neuen Besetzungen angewendet werden konnte, weil er nicht beschädigt worden.

Hr. Baillet schlug, statt der weissblechernen Röhre, eine mit Pech überzogene Patrone vor, von der eine biegsame Röhre ausginge, die zwischen den beiden Keilen durchginge und sich über dem Wasser erhöbe. Statt des obern eisernen Keils schlug er einen Keil von hartem, sehr trocknem Holze vor. Diese von Hrn. Baillet vorgeschlagene Schiessmethode mit einer getheerten Patrone und mit einer biegsamen Röhre wird, in Verbindung mit den Bickford'schen Zündern, jetzt bei dem Sprengen unter dem Wasser angewendet.

Im Mannsfeldschen wendete man bei'm Schachtabteufen auch den Percussionsschuss an, worüber man in Karsten's Archiv, 2. Reihe VII. 187 u. s. w. das Weitere findet.

Verschiedene andere Besetzungsmethoden. Zu allen Zeiten und an verschiedenen Orten hat man sehr zahlreiche Versuche gemacht, um jeder Besetzung enthoben zu seyn, oder um die Wirkung des Pulvers auf das Gestein zu erhöhen, oder um, was dasselbe ist, eine Pulverersparung zu bewirken. Wir wollen diese Versuche kennen zu lernen suchen.

Die Sandbesetzung. Mit Anfang des Jahres 1806 wurde eine von dem Engländer Jessop angegebene Methode der Besetzung mit lockerm Sande bei niederwärts gehenden Bohrlöchern bekannt, und es wurden damals mit dieser Besetzungsart verschiedene Versuche gemacht. Auf das Pulver setzte man einen oder zwei Holzpflöcke, die lediglich den Zweck hatten, das Pulver von dem Sande zu trennen. Auf Herrn Pictet's Veranlassung wurden bei dem Strassenbaue am Simplon Versuche gemacht, und man fand, dass Kleie, Sägespäne und andere pulverförmige Körper dieselbe Wirkung hatten, wie der Sand. Hr. Baduel, der Ingenieur, welcher den Strassenbau leitete, fand, dass die Schüsse mit Sandbesetzung eine weit unsicherere Wirkung hatten, als die mit fester Besetzung, und dass in einigen Fällen der Sand herausgetrieben wurde, ohne dass die Sprengung erfolgte.

Die am Mont-Cenis von Hrn. Decandolle gemachten Versuche ergaben dagegen bei der Sandbesetzung öconomische Vortheile gegen die gewöhnliche Besetzung.

In mehreren bedeutenden deutschen Bergwerken wurden im Jahre 1807 durch die Herren v. Villefosse, v. Bonnard und Gilbert Versuche über diesen Gegenstand angestellt. Um vergleichende Resultate zu erlangen, wendeten sie, statt des San-

des, verschiedene andere Substanzen, als Schwerspath, Kalkspath, Hammerschlag, granulirtes Blei, Sägespäne u. s. w. an. Die gemachten Beobachtungen führten zu folgenden Resultaten: 1) Die Elasticität der zur Besetzung angewendeten Materien ist für den guten Erfolg wesentlicher, als Schwere und egales Korn. 2) Jede Elasticität, Schwere und Gleichheit des Korns in einem gewissen Verhältnisse vereinigende Substanz kann statt des Sandes angewendet werden. 3) Die Sandbesetzung kann bei Strossenlöchern, d. h., solchen, die von Oben nach Unten geschlagen werden, und überall da, wo es leichter ist, Quarzsand als Letten zu bekommen, mit Vortheil angewendet werden. Dieser besteht im Allgemeinen in der Ersparung von Zeit und Kosten für Anschaffung des Letten. 4) Da, wo man die Bohrlöcher in allen Richtungen zu schlagen genöthigt ist, lässt sich die Sandbesetzung nicht anwenden *).

Auch Hr. Prechtl machte schon damals in Mähren Versuche mit der Sandbesetzung und sprengte nach dieser Methode mehrere Blöcke eines dichten Granits von 60 bis 150 Centn. so vollständig, dass noch bedeutende Stücke umhergeschleudert wurden. Er verfuhr dabei folgendermaassen **).

In das Bohrloch von gewöhnlicher Tiefe wurde das Pulver eingeschüttet und mittelst eines cylindrischen Stabes zusammengedrückt, um ihm eine ebene Oberfläche zu geben. Hierauf wurde ein Strohhalm, dessen Länge etwa die Tiefe des Bohrlochs beträgt, auf das Pulver, in der Achse des Bohrlochs, gestellt, so dass er mit seiner untern Oeffnung etwas in das Pulver eingreift, und rings um denselben wurde der Sand locker eingefüllt, bis das Bohrloch voll war. Der Strohhalm wurde mittelst eines Papiertrichters mit feinem Pulver angefüllt, in die obere Oeffnung desselben das eine Ende eines länglich geschnittenen Stückchens Zündschwamm eingezwängt, dessen anderes Ende man anzündete und sich dann entfernte. Unter 12 bis 15 Sprengungen der Art misslang keine einzige. In der Regel war die nöthige Pulvermenge um $\frac{1}{3}$ geringer, als gewöhnlich. — Statt des, in der practischen Anwendung nicht wohl tauglichen Strohhalms kann man bequemer und sicherer eine Lunte anwenden, aus einem starken, mit in Branntwein aufgeweichtem Schiesspulver eingeriebenen Baumwollenfaden, den man mit Papier umwickelt, um ihm eine steife Lage zu geben.

Der anzuwendende Sand ist am Besten ein ziemlich feiner, nicht thoniger Quarzsand. Er muss möglichst trocken seyn, ebenso das Pulver; denn je schneller die Explosion des letztern, desto sicherer und besser ist der Erfolg. Wenn aber das Gestein nicht ganz trocken ist, so muss das Pulver, wie gewöhnlich, in einer Patrone eingebracht werden. Hat das Bohrloch eine starke Neigung, so ist es von Vortheil, dasselbe nur bis auf etwa 2 Zoll von der Mündung zu füllen, und dann auf den Sand einen hölzernen durchbohrten Pfropfen, damit die Lunte durchgehen könne, einzutreiben, damit der Sand das Bohrloch vollkommen und gleichmässig ausfülle.

Die zu Pesey in Savoyen angestellten Versuche, die Hr. Lelivec beschrieben hat ***), sprechen gänzlich gegen die Sandbesetzung. Von 8 oder 10 Bohrlöchern von 1 Zoll Weite und 12 bis 15 Zoll Tiefe, besetzte man nur einige nach der alten und die übrigen nach der neuen Methode, indem man die Stärke der Ladung in das

*) v. Villefosse, Mineralreichthum, deutsche Bearbeitung, II. 105 etc. H.

**) Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1843. S. 851. 1844, S. 85 etc. H.

***) *Journal des Mines, Tome XIX. p. 235.*

Belieben der Häuer stellte. Die mit Sand besetzten Löcher wirkten nicht, selbst bei doppelter und dreifacher Ladung.

Es vergingen nun fast 30 Jahre, ehe man wieder daran dachte, die Versuche, die durchaus nicht entscheidend gewesen waren, wieder aufzunehmen. Wir wollen einige dieser neuern Versuche und die Meinungen practischer Bergleute darüber mittheilen.

Hr. Berggeschworner Ey sen. zu Richelsdorf in Hessen sagt darüber das Folgende*):

Das gewöhnliche Verfahren bei'm Besetzen der Bohrlöcher ist bei harten, quarzigen Gesteinen mit Lebensgefahr für den Bergmann verbunden, und daher bleibt es immer eine wichtige Aufgabe: bei Bohrarbeiten in festen und harten Gesteinen die Bohrlöcher so zu besetzen, dass einerseits die Gefahr abgewendet, andererseits aber auch an Zeit und Kraft im Vergleiche zu der ältern Methode gewonnen wird. Die Sandbesetzung scheint diesen Zwecken ziemlich gut zu entsprechen, wenn dem Bohrloche, welches dann jedoch nicht unter 12 Zoll tief seyn darf, etwas mehr als der dritte Theil Pulver gegeben wird. Das Pulver wird in eine Patrone von Papier geschüttet und mit der letztern ein starker, hohler, mit feinem Pulver angefüllter Strohhalm dergestalt verbunden, das der Strohhalm in einer Länge von 1—2½ Z. zur Hälfte aufgeschlitzt und in diesem Zustande in das in der Patrone befindliche Pulver eingedrückt wird. Oben wird an diesem Zünd- oder Strohhalme ein 1½—2 Z. langer Schwefelfaden so angeklebt, dass derselbe mit dem in dem Halme befindlichen Pulver in Berührung steht. Bei Strossen oder bei Abteufarbeiten ist der Schwefelfaden so zu biegen, dass er fast einen rechten Winkel mit dem Zündhalme bildet, weil sonst bei'm Anstecken, durch das Triefen des Schwefels, der Schuss sogleich, oder wenigstens zu schnell erfolgen würde. Die so eingerichtete Patrone wird, oben mit einer weichen Letten- oder Thonkapsel versehen, dergestalt in das Bohrloch gesteckt, dass sie vor dem Oertchen vorsteht. Man hält den Zündhalm mit der linken Hand fest und schüttet mit der rechten so viel Sand in das Bohrloch, bis es ganz angefüllt ist. Der Schwefelfaden (Schwefelmännchen) wird ganz vorn an der Spitze angesteckt, wesshalb sich die Länge desselben auch nach der Zeit richtet, welche man nöthig hat, um von dem Bohrloche weg an einen sichern Ort zu fahren. Ehe das Schwefelmännchen an den Halm geklebt wird, pflegt man es mehrmals am Grubenlichte anzuzünden und wieder auszublasen, um dem Spritzen und Tropfen des Schwefels vorzubeugen.

Bei einem richtigen Ansetzen und Bohren der Löcher werden durch diese Besetzungsart in allen Gesteinarten — vom Ur- und Uebergangsgebirge bis zum jüngsten Flötzgebirge — nicht allein die kupfernen und hölzernen Räumnadeln, Stampfer und sogar das Fäustel bei'm Besetzen entbehrlich gemacht, sondern es wird auch an Zeit und Mühe, wegen der leichten, einfachen und schnellen Besetzungsart, gewonnen. Bei den gewöhnlichen Besetzungsarten tritt zuweilen der Fall ein, dass der Schiesshalm oder die Rakete nicht zündet, so dass der Pulver- und Grandbesatz wieder herausgebohrt werden muss, um das Loch von Neuem zu besetzen. Dies ist eine grosse mit Lebensgefahr verbundene Arbeit, welche bei der Sandbesetzung vermieden wird. Wenn nämlich der Zündhalm, wie dies bei jeder Besetzungsart vorkommen kann, nicht zündet, so lässt sich der Sand sehr leicht mittelst eines hölzernen oder kupfernen Krätzers aus dem Bohrloche nehmen, worauf ein neuer Zündhalm aufgesteckt wird.

*) Karsten's Archiv etc. 2. Reihe. Bd. 16, S. 272 etc. und Berg- und Hüttenm. Zeit. 1842. S. 292. H.

Fernere Versuche mit der Sandbesetzung wurden in den Schaumburgschen Steinkohlenwerken gemacht *). In deren Folge wiederholte man auch in Freiberg die frühern misslungenen Versuche, die vorzüglich auf dem alten tiefen Fürstenstollen angestellt wurden **). Man wendete hierbei alle Vorsicht nach den ertheilten Vorschriften an und fertigte die Patronen aus gut geleimtem Royalpapier über einem, ganz der Weite des Bohrlochs entsprechenden Patronenstock und so, dass sie wenigstens die Länge des Bohrlochs hatten, oder zum Theil noch über dasselbe herausragten. Hierauf füllte man sie unten auf 0,362 bis 0,702 der Bohrlochslänge mit Pulver und darüber entweder mit ganz trockener, oder mit feuchter Röschhäuptelheerdfluth, oder auch mit Flusssand. Von 25 auf solche Art besetzten Löchern hob aber nur

1 rein ab,

2 hoben nur wegen günstiger Klüfte ziemlich rein ab,

4 nahmen nur die oberen 5 bis 10 Zoll,

18 aber noch weniger und nur einige Zoll weg, wobei gerade bei solcher ganz unvollkommener Wirkung immer ein furchtbarer Knall stattfand.

Als man diese Löcher dagegen wieder aufbohrte und auf die gewöhnliche Methode mit dem Holzpfropfe und Lehm besetzte, warfen sie, ungeachtet der etwas geringeren Quantität Pulver, fast alle gut.

Ebenso nachtheilig zeigte sich die Sandbesetzung auf Himmelsfürst Fdgr. und Sonnenwirbel Fdgr., wo unter zwanzig Löchern nur drei ordentlich warfen. Man hat daher von wirklicher Anwendung dieser Methode ganz abstrahirt.

Gänzlich andere Resultate gaben nun wieder die von dem fürstl. Schwarzburg-Rudolstädtschen Bergamte zu Saalfeld neuerlich angestellten Versuche, die nach der oben mitgetheilten Prechtl'schen Vorschrift ausgeführt wurden ***). Sie haben sich in den dortigen festesten Gesteinen, derbem Spatheisenstein und sogenannten Hornflözzen, vorzüglich bei seigern Löchern auf Strossen, über alle Erwartung günstig gezeigt. Aus diesem Grunde muss man sich wundern, dass diese bei'm Bergbaue wenig oder gar nicht angewendete Besetzungsmethode nicht eingeführt wird, wo es sonst die Umstände gestatten, indem sie bei Weitem leichter, kürzer und gefahrloser ist, als jede andere, bei trocknem Gesteine keine Patrone und bei grösserm Effect $\frac{1}{3}$ weniger Pulver erfordert. Statt des Strohhalms, dessen Füllung mit Pulver sich für die derbern Hände der Häuer nicht eignet, wurde zu Saalfeld schwacher Schilf mit Vortheil angewendet.

Der General Burgoyne folgert in der schon weiter oben citirten Abhandlung, jedoch aus den frühern Versuchen, dass der Sand, lässt man die Feinheit des Korns und das specifische Gewicht auch unberücksichtigt, sey er festgedrückt, oder nur lose eingeschüttet, in nicht tiefen Löchern und bei geringen Pulverladungen, gänzlich ohne Wirkung sey; er werde aus dem Loche herausgeworfen und sprenge das Gestein nicht. Eine viertel Unze Pulver reiche hin, um die Sandbesetzung aus einem 1 Zoll weiten und 2 Fuss tiefen Bohrloche herauszuwerfen, während eine feste Lettenbesetzung aus einem gleich weiten und gleich tiefen Loche nicht durch 3 Unzen Pulver herausge-

*) Studien des Göttingischen Vereins bergmännischer Freunde, Bd. IV. 1. Hft. S. 95 etc. H.

**) Jahrbuch, 1843, und Berg- und Hüttenm. Zeit. 1843. S. 348. H.

***) Berg- und Hüttenm. Zeit. 1844. S. 86. H.

trieben werden konnten. Eine solche Lettenbesetzung soll auch besser, als eine festgestampfte Besetzung aus Ziegelsteinen und Gesteinsbruchstücken, seyn.

Man sieht ein, dass eine selbst kurze Säule von Sand oder andern pulverförmigen Substanzen über dem Pulver, ohnerachtet der geringen Kraft, welche dazu erforderlich ist, es herauszuwerfen, zum Gesteinsprengen dennoch hinreichend ist. Denn das Herauswerfen der Besetzung aus dem Loche kann nicht stattfinden, ohne dass sich der Druck des Pulvergases und die Bewegung, welche dieser Druck zu ertheilen sucht, von einem Ende der Säule bis zum andern fortpflanzen; auch müsste die nothwendige Dauer dieser Mittheilung, im Vergleiche zu der sehr kurzen Dauer der Entzündung des Pulvers, sehr bedeutend seyn. Man sieht aber auch ferner ein, dass die Dauer dieser Mittheilung bei einer mit dem Stampfer sehr festgemachten Lettenbesezzung, deren Steife oder Starrheit sehr gering, weit bedeutender ist, als bei einer gleich hohen Säule von pulverförmigen Materien, durch welche obendrein die Pulvergase weit leichter entweichen können, als durch eine dichte und mit den Wänden zusammenhängende Lettensäule. Dem Anscheine nach, ist daher die feste Besetzung wirksamer, als die lose, obgleich die Erfahrung bewiesen hat, dass letztere unter gewissen Bedingungen Vortheile gewährt, die jedenfalls berücksichtigt zu werden verdienen.

Besetzung mit weichem Letten*). Die Besetzungsart mit Sand ist vorzugsweise für Strossen- und Abteufarbeiten, auch bei'm Nachschiessen der Seitenstösse geeignet: aber bei kurzen Löchern von Oertern passt sie weniger. Zu diesem Zwecke hat Hr. Ey, statt des Sandes, mit gutem Erfolge die Besetzung der weniger als 12 Zoll tiefen Bohrlöcher mittelst erweichten Thones ausgeführt. Das Bohrloch ward nur bis zu $\frac{1}{3}$ seiner Tiefe mit Pulver ausgefüllt. Auf die Patrone wurde der Zündhalm in der vorher beschriebenen Weise aufgesteckt. Mittelst eines hölzernen Stampfers wird von einem rund gedrehten erweichten Lettencylinder, mit Schonung des Halmes, soviel in das Bohrloch gedrückt, bis dasselbe ganz damit angefüllt ist. Bei'm Wegthun des Schusses zeigte sich — eine Erfahrung, die man auch in Schlesien gemacht — eine ebenso gute und zuweilen noch bessere Wirkung, als bei der gewöhnlichen Grandbesetzung. Mehrere Versuche in verschiedenen Gesteinarten, in festen quarzigen sowohl, als in gebrecheren Gebirgen, gaben dieselben Resultate. Vor dem Einsetzen muss die Patrone ebenfalls mit einer erweichten Thonkapsel und mit einem in vorhin erwähnter Art behandelten Schwefelfaden versehen seyn. Oben ist das Bohrloch, wie bei jeder Besetzung, tüchtig mit Thon zu verschmieren.

Wir knüpfen nun hieran noch einige Bemerkungen über die Explosionskraft des Schiesspulvers, die mit dem Gesagten im genauen Zusammenhange stehen **).

Die Kraft des entzündeten Schiesspulvers rührt, wie allgemein angenommen wird, von der plötzlichen Entwickelung permanenter Gase und der Expansion derselben durch die während der Entzündung des Pulvers entwickelte Wärme her. Man hat gefunden, dass das Volumen des bei der Explosion von Schiesspulver erzeugten elastischen Gases nach seiner Abkühlung auf die Temperatur der Atmosphäre 244 Mal grösser ist, als jenes des explodirten Pulvers. Es wurde ferner berechnet, dass die durch die Entzündung des Pulvers erzeugte Wärme das entwickelte Gas im Augenblicke der Ex-

*) Ey in Karsten's Archiv, Bd. 16 etc. a. a. O. H.

**) Berg- und Hüttenmännische Zeitung, 1844, S. 49 etc. H.

plosion auf 1000 Volumen ausdehnt, dass also abgefeuertes Schiesspulver einen Druck = 1000 Atmosphären oder von $6\frac{1}{8}$ Tonnen auf den Quadratzoll ausübt.

Die 18000 Pfund Schiesspulver, welche zur Sprengung des Round-Down-Felsens bei Dover angewandt wurden, mochten wohl 300 Cubikfuss einnehmen, und der Raum der drei Kammern, worin es enthalten war, betrug 750 Cubikfuss.

Der Laut, welcher gehört wurde, war das Reissen des festen Felsgesteins, und nicht das Knallen des Pulvers; denn es ist bekannt, dass der Knall irgend eines detonirenden Körpers durch die Erschütterung der Luft entsteht. Einen Beweis hierfür liefert die Entzündung detonirender Gemische von Wasserstoff- und Sauerstoffgas in einem starken Glasapparate in der Absicht, das Product der Verbrennung der beiden Gase zu erhalten. Der gewöhnlich hierzu dienende Apparat fasst $\frac{1}{2}$ Pinte, und die Explosion dieser Quantität der gemischten Gase, wenn sie in Berührung mit der Atmosphäre erfolgt, ist stark genug, um einen Knall, wie bei'm Abfeuern einer Pistole, hervorzubringen; sind die Gase aber auf ein verschlossenes Gefäss beschränkt, so hört man gar keinen Knall. — Dieser Versuch beweist auch in kleinem Maassstabe die Möglichkeit, explosive Kräfte genau zu handhaben (zu controlliren). Die Expansion eines explosiven Gemisches von Wasserstoff- und Sauerstoffgas im Augenblicke der Verbrennung beträgt das Funfzehnfache ihres ursprünglichen Volumens, was einen Druck von 15 Atmosphären oder von 225 Pfd. auf den Quadratzoll giebt; die Glasflasche, in welcher die Gase entzündet werden, ist schon hinreichend, die explosive Wirkung zu hemmen, und zu verhindern, das irgend ein Laut gehört werde.

Die Quantität des bei gewöhnlichen Sprengungen erforderlichen Schiesspulvers hängt sowohl von der Härte des Gesteins, als von der in Bewegung zu setzenden Masse ab. Es ist sehr wichtig, die Pulvermenge dem zu besiegenden Widerstande genau anzupassen, indem ein Uebermaass von Pulver nicht nur unnöthige Kosten verursacht, sondern die Operation durch das Umherschleudern von Stücken in allen Richtungen auch gefährlicher macht und nicht selten die Wirkung der Explosion schwächt. Vorzüglich ist letzteres der Fall bei Kriegsoperationen, wobei der Zweck des Minensprengens der ist, die zerstörenden Wirkungen so weit, als möglich, zu verbreiten. Die durch die Explosion hervorgebrachte Oeffnung, wenn eine Mine eine geeignete Ladung hat, hat die Form eines Kegels, dessen Basis einen noch einmal so grossen Durchmesser hat, als die vom Mittelpuncte der Mine aus gemessene Höhe. — Bei dieser Berechnung ist angenommen, dass die hinwegzuschaffende Substanz Erde oder zarter Thonboden sey. Für solche Minen nimmt man 10 Pfd. Pulver pr. (englische) Cubikklafter, wenn das Material lockere Erde ist, 16 Pfd. aber bei festem Thonboden. Man hat gefunden, dass, wenn die Pulverladung diese Quantitäten sehr übersteigt, nur die unmittelbar über dem Pulver befindliche Masse allein hinausgesprengt und die Oeffnung, statt kegelförmig, beinahe nur cylindrisch, das Bereich der Wirkung des Pulvers daher verkleinert wird.

Die explosiven Wirkungen des Pulvers bei'm Sprengen hängen wesentlich auch von der Art der Besetzung ab. Dieser Umstand wurde bis in die jüngste Zeit gänzlich übersehen, und auch jetzt wird ihm noch nicht die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt. Man war früher der Meinung, dass die Stosskraft des Pulvers durch festes Besetzen sehr erhöht werde. — In der Artilleriekunst ist dies auch ganz richtig; denn, wird die Kugel fest an das Pulver gedrückt, so wird sie mit grösserer Kraft fortgetrieben, als wenn dies nicht geschieht. Die erforderlichen Wirkungen bei den Operationen des Sprengens aber sind diesen gerade entgegengesetzt. Die Kugel und der

Vorschlag der Kanone können als die Besetzung des Bohrlochs betrachtet werden. Diese Besetzung hinauszuschlagen, ohne dass die Kanone berstet, ist die Aufgabe bei'm Schiessen; die Besetzung zurückzuhalten aber und den das Schiesspulver enthaltenden Raum bersten zu machen, ist die Absicht bei'm Sprengen. — Um diese verschiedenen Zwecke zu erreichen, müssen die Verfahrungsarten in beiden Fällen natürlich ebenfalls verschieden seyn. Die bekannte Thatsache, dass, wenn man eine Kugel nicht tief in den Lauf einer Kanone stösst, letztere auseinander gesprengt wird, ehe die Kugel noch herausgetrieben ist, giebt eine sehr nützliche Lehre für die Kunst des Sprengens, und zeigt klar, dass, um die grösste Wirkung im Auseinanderreissen des Gesteins hervorzubringen und am Wenigsten Gefahr zu laufen, die Besetzung hinauszustossen, grosser Raum gelassen werden muss zwischen der Besetzung und dem Pulver. Allerdings vermindert sich, wenn man der erzeugten elastischen Flüssigkeit einen solchen Raum zur Ausdehnung lässt, die Intensität ihrer Wirkung; allein dieselbe Pulvermenge ist auch über eine grössere Fläche verbreitet; ihre Wirkung nähert sich folglich mehr jener einer gewöhnlichen mechanischen Kraft, und es ist dabei nicht leicht möglich, dass der Felsen sich in kleine Stücke zersplittert.

Ein grosser Vortheil, welcher bei'm Felsensprengen aus dem Raumlassen zwischen der Besetzung und dem Pulver erwächst, ist der, dass man sich dadurch in den Stand gesetzt sieht, lockeren, trockenen Sand zum Besetzen zu nehmen, statt die Oeffnung mit harten Substanzen ausfüllen und festrammen zu müssen. Dadurch wird die Gefahr, das Pulver durch Funkenschlagen zu entzünden, gänzlich beseitigt, und wir vermuthen, dass in jenen Fällen, wo es versagte und die Besetzung herausgeschlagen wurde, die Ursache des Fehlschlagens dem Umstande zuzuschreiben sey, dass zwischen der Besetzung und dem Pulver kein hinlänglicher Raum frei gelassen wurde.

Dass der zwischen dem Pulver und der Besetzung befindliche Raum das Hinausstossen des letzteren verhindert, lässt sich auf folgende Weise erklären. Die Kraft des abgefeuerten Schiesspulvers kann als von einem Puncte ausgehend betrachtet werden, von welchem aus sie ringsherum in allen Richtungen ausstrahlt; diese Kraft muss daher im Quadrat mit der Entfernung an Intensität abnehmen. Wird eine Kugel fest auf das Pulver gerammt, so kommt sie dem Puncte, von welchem die Kraft ausgeht, sehr nahe, und erhält dadurch ihre volle Wirkung; ist sie aber entfernter von dem Puncte der Ausstrahlung, so kann die auf sie wirkende Kraft innerhalb des Raumes von $\frac{1}{4}$ Zoll um Vieles vermindert werden. Nimmt man, z. B., an, dass eine Flintenkugel, welche, wenn sie an dem Pulver anliegt, $\frac{1}{4}$ Zoll vom Mittelpuncte der strahlenden Kraft entfernt ist, $\frac{1}{4}$ Zoll vom Pulverende entfernt angebracht wird, so würde ihr Impuls viermal kleiner werden. Entfernt man sie 1 Zoll von der Ladung, so wird die auf sie wirkende Kraft sechzehn Mal kleiner. Betrachten wir daher den ersten Stoss des abgefeuerten Schiesspulvers als eine strahlende Kraft, so ergiebt sich sogleich die Ursache seiner verringerten Wirkung auf eine Bohrlochsbesetzung, wenn zwischen demselben und der Ladung Raum gelassen wurde, und seyen nun die Besetzungsmaterialien Sand oder hartes Gestein, so muss der freie Raum immer von gleichem Nutzen seyn. Wäre der Widerstand zu gross, um der ersten explosiven Gewalt des Schiesspulvers zu weichen, so würde die Richtung der Wirkung der eingeschlossenen elastischen Flüssigkeit aufhören, eine strahlende zu seyn; sie würde dann dem Druck, comprimirter Flüssigkeiten gleichen und nach allen Richtungen gleichförmig wirken. Es würde dann eine der Compression der erzeugten Gase äquivalente Kraft auf die Be-

setzung wirken, und zwar in einer Richtung, welche ihn mit Erfolg hinauszutreiben streben würde. Unter solchen Umständen, glauben wir, ist es, dass die Besetzung, sey sie von Sand oder Gestein, häufig hinausgestossen wird.

Das Besetzen mit trockenem Sande wurde vorzüglich seit den letzten zwei Jahren zugleich mit Hrn. M. Roberts galvanischer Felsensprengung bekannt; doch kannte man dasselbe schon vor dreissig Jahren. — Es ist zu bedauern, dass eine solche nützliche Erfindung, welche bei dem so gefährlichen Geschäfte der Felsensprengung Unglücksfälle verhüten kann, so wenig Eingang fand, dass mehr als dreissig Jahre verstrichen, ehe sie allgemein eingeführt wurde.

Leerer Raum über der Pulverladung. Es ist bekannt und wurde auch schon vorhin bemerkt, dass ein Geschütz- oder Flintenlauf platzen müsse, wenn zwischen der Pulverladung und der Kugel ein leerer Raum bliebe. Man behauptet selbst, dass man einen Lauf sprengen könne, wenn man seine Oeffnung mit etwas Thon oder Schnee verschlösse, oder wenn man ihn, in dem Augenblicke des Abschiessens, einige Zoll tief unter das Wasser halte. Man hat daraus gefolgert, dass man die Wirkung des Pulvers auf die Bohrlochswände, d. h., auf das Gestein vermehre, wenn man entweder zwischen der Pulverladung und der Bohrlochssohle, oder zwischen jener und der Besetzung, einen mit Luft angefüllten Raum lässt.

Hr. v. Villefosse sagt (Mineral-Reichthum, II. 106), dass die von ihm *tirage au tasseau par-dessous* genannte Schiessmethode bei den vielen 1807 sowohl am Oberharze, als im Mannsfeldschen angestellten Versuchen fortwährend vortheilhafter, als alle andern gefunden worden sey. Zu Clausthal will man damit gegen die Lettenbesetzung ein Viertel an Pulver erspart haben, und mit gleich gutem Erfolge ist diese Abart des Pflockschiessens, nach Herrn Hausmann's Berichte, auch in Norwegen angewendet worden.

Es besteht diese Besetzungsmethode darin, dass man unter der Pulverladung auf der Bohrlochssohle einen mit Luft angefüllten Raum lässt. Zu dem Ende wendet man einen hölzernen Pflock von der Gestalt eines abgestumpften Kegels an, dessen Grundfläche den Durchmesser des Bohrlochs hat, und den man so in dasselbe treibt, dass die Spitze fest auf dem Boden sitzt. Um eine Verbindung zwischen dem, unter der Grundfläche des Kegels befindlichen Luftraume und dem Pulver zu erhalten, ist die Kante an der Grundfläche des Kegels mit vier Einschnitten versehen, die der Achse des 2 bis 3 Zoll langen Kegels parallellaufen. Die Patrone wird auf diesen Pflock gesetzt, und man wendet darauf, wie gewöhnlich, eine Lettenbesetzung an. Ist nun das Pulver entzündet, so wendet sich die erste Expansion und folglich auch die erste Kraft des gebildeten Gases nach dem Pulversacke; dort wirkt sie und treibt nun entweder den Pflock heraus, oder, da dies nicht anders, als nach einem Widerstande, der eine Zeit dauert, geschehen kann, sie sprengt den Felsen, so dass der Pflock oft sizzen bleibt.

Hr. v. Villefosse sagt nicht, ob bei den am Harze und im Mannsfeldschen gemachten Versuchen die mit einem Pflocke besetzten Bohrlöcher ihre gewöhnliche Tiefe behalten haben, oder ob man sie, wegen des von dem Pflocke eingenommenen Raums auf der Sohle des Lochs, tiefer gemacht habe. Im letztern Falle, welcher der wahrscheinliche zu seyn scheint, und wenn man bedenkt, dass am Oberharze die meisten Bohrlöcher nicht tiefer, als 16 bis 22 Zoll sind und der 2 bis 3 Zoll lange Pflock also etwa ein Siebentel von der Bohrlochstiefe einnimmt, könnte man fragen, ob die er-

langte Pulverersparung nicht wieder durch vermehrte Arbeitslöhne ausgeglichen worden. Hat man die Löcher wirklich tiefer gemacht, so dass die Pulverladung fast stets dieselbe Gegend im Innern des Gesteins einnimmt, mag man nun den Pflock anwenden oder nicht, so ist es leicht erklärlich, wie das Hinzukommen eines untern mit Luft angefüllten Raumes die Wirkung des Pulvers vermehren musste. Die durch die Verbrennung des Pulvers entstehenden Gase verbreiten sich in dem Raume im untern Theile des Lochs; das Heraustreiben der gleich hohen Besetzung kann weniger schnell erfolgen, die Entzündung des Pulvers ist aber vollständiger, denn man weiss, dass bei dem gewöhnlichen Sprengen viele Pulverkörner bei der Explosion unberührt und unverbrannt aus dem Loche herausgeworfen werden. Man sieht daher ein, dass einerseits der von den Gasen entwickelte Druck endlich weit bedeutender werden musste, obgleich ein mit Luft angefüllter Raum verhanden ist. Uebrigens ist es klar, dass dieser Druck eine längere Zeit auf das Gestein wirkt und sich über eine bedeutendere Gesteinoberfläche ausdehnt. Die Erhöhung der Wirkung des Pulvers, bei gleicher Höhe der Besetzung, wenn unter der Ladung ein mit Luft erfüllter Raum vorhanden ist, ist daher leicht zu begreifen. So sind bei den Minen die Wirkungen des Pulvers weniger concentrirt, aber auf eine grössere Entfernung zerstörend, wenn man die Kammer viermal grösser macht, als das Volum des Pulvers beträgt.

Macht man aber die Bohrlöcher nur eben so tief, wenn man die Ladung auf einen Pflock setzt, und kann man daher nur eine niedrigere Besetzung anwenden, wird alsdann die Wirkung des untern Raums nicht oft durch diese geringere Besetzung wieder aufgehoben, oder mehr noch, als das? Nur die Erfahrung kann darüber entscheiden, und diese ist noch nicht bedeutend genug, da noch nicht genug Versuche angestellt und die hin und wieder gemachten wieder aufgegeben worden sind.

Neuerlich hat bloss Hr. Ey zu Richelsdorf Versuche mit dem Pflockschiessen angestellt und an den oben angeführten Orten beschrieben.

Der Holzpflock ist mit einem 2 Linien tiefen Einschnitte für den Zündhalm, und mit einem Keile, dem Zündhalme flach gegenüber stehend, versehen. Ehe der Pflock eingetrieben wird, muss er etwas mit Thon bestrichen werden. Das Eintreiben des Pflocks in das Bohrloch kann ohne alle Besorgniss geschehen, denn die Luft, welche dabei in dem Bohrloche zusammengepresst wird, entweicht aus dem für den Zündhalm bestimmten Schlitze, so dass aus der Pressung keine Gefahr entsteht. Der hohle, nur mit Luft erfüllte Raum zwischen der Patrone und der untern Fläche des Pflockes scheint sehr wesentlich zur Verstärkung der Kraft des entzündeten Pulvers beizutragen. — Der für den Halm bestimmte Schlitz muss so tief in das Holz geschnitten werden, dass er, im Fall der Zündhalm seine Dienste versagen sollte, nöthigenfalls mit einer hölzernen, glatten, spitzen, den Räumnadeln ähnlich geschnittenen Ruthe wieder aufgemacht und zum Aufstecken eines neuen Halmes angewendet werden kann.

Bei vielen Versuchen ist nie ein auf diese Art besetztes Loch stecken geblieben; jedes derselben hob rein aus, ja es rissen viele um sich und stiessen bedeutend unter sich. Die Thonkapsel muss aber auch bei'm Pflockschiessen recht wohl an die Patrone angedrückt werden.

Wenn man statt der Schiesshalme hinreichend lange, mit einem Loche von dem Durchmesser der gewöhnlichen einmännischen Räumnadeln versehene hölzerne Röhrchen, am Besten aus Haselholz, anwendet, welche ebenfalls 3—4 Zoll tief in das in der Patrone befindliche Pulver eingedrückt werden, so lässt sich damit, wenn die Patrone oben

um das Röhrchen herum mit erweichtem Thone dick und derb beschmiert wird, so dass ein Zutritt des Wassers zum Pulver in der Patrone nicht stattfinden kann, auch unter Wasser ein Schuss wegthun. Das Bohrloch muss unter solchen Umständen aber so lang seyn, dass in demselben über der Patrone wenigstens ebensoviel erweichter Thon um das Röhrchen herum eingedrückt werden kann, als die Länge der Patrone beträgt. Das über der Oberfläche des Wassers hervorragende Zündröhrchen wird zum Anstekken mit einem Raketchen und dem Schwefelfaden versehen. So eingerichtet, muss die Patrone schnell in das unter Wasser befindliche Loch eingesteckt und abgeschossen werden.

Bei Bohrlöchern, mit welchen unten vor Ort Klüfte oder Steinscheiden angebohrt werden, ist es zweckmässig, erst so hoch wieder Grand einzustampfen, bis man das feste Gestein erreicht hat, damit die Patrone nicht tiefer, als in dieses, hinabreiche, und das Pulver sich nicht verschlage. Ein so behandeltes Bohrloch bewirkt dann nicht allein eine Ersparung an Pulver, sondern es stösst auch unter sich und reisst auffallend stark um sich. — Senkrecht getriebene Bohrlöcher leisten, unter gleichen Umständen, niemals die Wirkung, welche von Bohrlöchern erhalten wird, die unter 45 Grad oder unter noch flacheren Winkeln angesetzt sind.

An mehreren Orten hat man es auch versucht, einen mit Luft erfüllten Raum zwischen dem Pulver und der Besetzung zu lassen. Man bediente sich zu dem Ende eines Pflocks, welcher die Gestalt eines Röllchens hatte, oder zweier Scheiben von dem Durchmesser des Bohrlochs, zwischen denen eine dünne runde Stange befindlich ist. Dieser Pflock wurde auf die Pulverladung und auf ihn die Besetzung gesetzt. Mehrere Bergleute haben behauptet, dass diese so besetzten Bohrlöcher bei gleichen Pulvermengen eine grössere Wirkung, oder dass bei gleichen Wirkungen eine Pulverersparung stattfinde. Jedoch scheint es nicht, als wenn dies noch neuerlich in Freiberg *) versuchte Verfahren Vortheile gewährt habe. Man sieht auch nicht ein, wie das Hinauswerfen der um die Länge des Pflocks kürzer gewordenen Besetzung durch das Einsetzen dieses Pflocks hätte aufgehalten werden sollen.

Es scheint uns, dass man sich in den Folgerungen, die man aus dem Zerspringen der Gewehrläufe durch einen leeren Raum zwischen Pulver und Kugel gemacht, getäuscht habe. In einem Gewehre nehmen die Kugeln, im Verhältniss zu dem von der Besetzung eines Bohrlochs eingenommenen Raum, eine sehr geringe Länge über der Ladung ein. Der Druck des Pulvers verbreitet sich daher von dem einen Ende der Gewehrladung bis zu dem andern weit schneller, als durch die Bohrlochsbesetzung. Eine zwischen dem Pulver und der Kugel in einem Gewehre befindliche Luftsäule hält nothwendig das Heraustreiben der Kugel und das Entweichen des Pulvergases sehr merklich auf, während es gar nicht wahrscheinlich ist, dass diese, in einem Bohrloche über dem Pulver befindliche Luftsäule das Herauswerfen der Lettenbesetzung, die um die Länge dieser Säule verkürzt ist, aufhalte, besonders wenn man einen Pflock zwischen das Pulver und die Besetzung bringt.

Vermengung des Pulvers mit verschiedenen pulverförmigen Substanzen. Endlich müssen wir auch der Versuche erwähnen, die man wiederholt und an verschiedenen Orten angestellt hat, um statt des reinen Pulvers solches anzuwenden, welches mit verschiedenen Substanzen, besonders mit Sägespänen, vermengt worden ist.

*) Jahrbuch für 1840.

Die ersten Versuche dieser Art wurden in Brasilien mit dem Mehle von der Wurzel des *Jatropha Manihot* und mit Sägespänen gemacht, und wurden im Jahre 1817 auch in Deutschland bekannt. Hier brachte man sie zuerst zu Tarnowitz in Oberschlesien und darauf an vielen andern Orten in Anwendung, und zwar mit sehr verschiedenen Resultaten. Herr Oberbergrath Thürnagel in Tarnowitz *) zieht aus einer Menge sorgfältiger, unter seiner Leitung angestellter, und aus verschiedenen andern Versuchen mit Gersten-, Hafer-, Buchweizen- und Roggenspreu, mit Hornspänen, Röthe, Sägespänen, Lohe, Messingbohrspänen, Kolophonium, gebranntem Kalk u. s. w. folgende Resultate:

1) Es scheint allerdings durch das Mengen des Pulvers mit Sägespänen eine Kraftverstärkung des erstern stattzufinden; doch ist diese keineswegs so gross, als anfänglich von Vielen, und von Herrn Thürnagel selbst, geglaubt worden ist; solche ist zwar bemerkbar, doch wenig beträchtlich.

2) Die Ursache einer solchen Kraftverstärkung ist gewiss nicht den Dämpfen, welche durch Verbrennung der Sägespäne entstehen, zuzuschreiben. Die Gemenge von Hornspänen und Röthe, welche in dieser Hinsicht ungemein viel hätten leisten müssen, bewirkten nicht mehr, als Gemenge mit Messingbohrspänen, bei welchen von Dampfentwickelung gar nicht die Rede seyn kann.

3) Es muss einen andern Grund geben für die *ad* 1. angeführte Erscheinung, und dürfte dieser theils in der raschern, durch die Sägespäne bewirkten Entzündung der ganzen Pulvermenge, theils und vorzüglich darin zu suchen seyn, dass weniger Pulver, ohne zur Wirksamkeit zu kommen, mechanisch fortgerissen werden kann.

4) Auch desshalb dürfte wohl das Mengen des Pulvers mit Sägespänen öfters nützlich seyn, weil es die Patronenlänge vergrössert, welches bei tiefen Löchern in einem zerklüfteten Gesteine nicht unerheblich ist, weil es bei unvorsichtigem Besetzen der Bohrlöcher das sonst stattfindende Zusammenstampfen des Pulvers verhindert.

5) Die sehr beträchtliche jährliche Pulverersparung, welche an einzelnen Orten durch die Einführung des Gemengepulvers erlangt wird, liegt beinahe einzig und allein darin, dass man die, für ein gewisses Gestein bei'm Sprengen desselben anzuwendende Pulvermenge richtiger erkennen gelernt hat. An vielen Orten ist früher offenbar dazu zuviel Pulver genommen worden. Hierin liegt klar und deutlich der Grund, warum die so verschiedentlich angestellten Versuche, mit Gemengepulver zu sprengen, so ganz verschiedene Resultate gegeben haben.

An einem Puncte, wo man es mit einem festen, im Ganzen sich gleich bleibenden Gesteine zu thun hat, lernt der Bergmann durch Erfahrung sehr genau die zum Sprengen erforderlichen Pulvermengen kennen, und hier mussten die Versuche missglücken; wogegen an andern Puncten, an welchen, des zerklüfteten, stets wechselnden Gesteins wegen, der Bergmann über das zu nehmende Pulvermaass ungewiss ist, und, um sicher zu gehen, und keinen Verlust an Arbeit, Zeit und Pulver zu erfahren, lieber etwas mehr Pulver nimmt, als zu wenig, sich glückliche Resultate ergeben mussten, die durch locale Nebenumstände noch glücklicher erschienen. Diess ist, z. B., auf der so

*) Karsten's Archiv Bd. VIII. S. 140. Andere wichtige Abhandlungen über diesen Gegenstand haben geliefert: Thürnagel in Karsten's Archiv I. a. 150. Derselbe, das. I. b. 96. Derselbe, das. II. a. 127. Blumhoff, das. 216. Schultz, das. II. b. 105. Mayer, das. IV. 125. Eichholz, das. V. 199. Selb, v. Moll's neue Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde. Bd. IV. S. 276. H.

musterhaft betriebenen Friedrichsgrube bei Tarnowitz der Fall, die in einem sehr zerklüfteten Flötzkalksteine baut. Indem man daselbst, statt des reinen, gleich gemengtes Pulver täglich auszugeben anfing, und dadurch die Ausgabe um ein reichliches Drittel gegen früher verminderte, zwang man zugleich den weniger erfahrenen Arbeiter zu einer angemessenen Pulververwendung und beugte noch mehr den so nachtheiligen Pulverentwendungen vor. Auf diese Weise verschafft das Schiessen mit gemengtem Pulver der Friedrichsgrube so grosse Vortheile, und wird desshalb sicher beibehalten werden, und ähnliche Verhältnisse dürften auch wohl an andern Orten ähnliche Resultate herbeigeführt haben, oder herbeiführen.

6) Sägespäne endlich sind unter allen versuchten Substanzen am Meisten zum Mengen mit Pulver geeignet, weil sie eine sehr gleichförmige Mengung zulassen, auch leicht zu haben sind. In ihrer Ermangelung würde indessen mit demselben Erfolge auch Roggenspreu angewendet werden können, die noch den Vortheil einer geringern Dampferzeugung verschafft, sich dagegen weniger gut mengt.

Zweckmässige Mittel zur Erreichung einer Pulverersparung. Wenn man aber darauf achtet, dass das Sprengen mit Pulver fast immer von einem oft sehr bedeutenden Umherwerfen der Bruchstücke des zerrissenen Gesteins begleitet ist, während der eigentliche Zweck der Sprengarbeit darin besteht, die Cohäsion des Gesteins zu überwinden: so wird man daraus folgern, dass die ganze Wirkung des Pulvers, oder genauer ausgedrückt, die ganze bewegende Kraft, welche von der Ausdehnung der aus seiner Verbrennung erfolgenden Gase entwickelt worden, nicht dazu angewendet worden ist, um den zu erreichenden Zweck hervorzubringen. Man muss daher annehmen, dass eine zweckmässige Modification des gewöhnlich angewendeten Schiessverfahrens eine sehr bedeutende Pulverersparung veranlassen könne. Jedoch können über diesen Gegenstand anzustellende Versuche zu keinem zweckmässigen Resultate führen, wenn sie nicht in Uebereinstimmung mit den wahren Grundsätzen der Mechanik angestellt werden, und wenn man sich dabei nicht aller vorgefassten Meinungen und gänzlich unpassenden Vergleichungen zwischen den Wirkungen des Pulvers bei den Feuerwaffen und denen in den Bohrlöchern bei der Sprengarbeit enthält.

Ein mittelst des Pulvers gewonnenes Gestein ist immer sehr fest, es lässt sich auch nur sehr wenig zusammendrücken und ist sehr starr, so dass eine geringe Ausdehnung der Theile eines Gesteins zu dessen Sprengung und zu einer gänzlichen Trennung seiner Theile hinreicht. Jedoch ist ein sehr bedeutender Druck zu dieser Trennung erforderlich. Nun üben aber die Gase des Pulvers in dem Augenblicke seiner Entzündung, wo sie in dem kleinen Raume, den das letztere einnahm, eingeschlossen sind, einen ungeheuern Druck aus, den Rumford auf 50000 Atmosphären schätzt, der aber, nach Hutton, wahrscheinlich 2000 Atmosphären oder 20 Millionen Kilogr. auf das Quadratm. Oberfläche nicht übersteigt. Dieser anfängliche Druck ist übrigens derselbe, sey auch das Volum des entzündeten Pulvers, welches es wolle, wobei jedoch die Verluste unberücksichtigt bleiben, die durch die Abkühlung entstehen, welche in Folge der Berührung mit den Wänden des von dem Pulver erfüllten Raumes stattfindet, Verluste, die ganz natürlich mit der relativen Ausdehnung der Wände zunehmen und folglich bei einer geringen Pulvermenge bedeutender, als bei einer grossen, sind. Aber auch der Wärmeverlust ist nicht augenblicklich, und folglich muss der Druck in dem ersten Augenblicke fast derselbe bleiben, sobald die Einwirkung der Wände nicht zur Verlängerung der Dauer der Entzündung des Pulvers beiträgt. Nimmt man dieses an, so scheint es erwiesen, dass die den Bohrlöchern ertheilte cylindrische Form

der Pulverersparung durchaus nicht sehr günstig sey; denn der von dem Pulvergase in irgend einer Richtung ausgeübte Druck ist gleich dem Drucke auf die Oberflächeneinheit, multiplicirt mit der Fläche des rechtwinklichen Pulvercylinders durch eine nach seiner Achse geführte Ebene. Dieser nach allen Richtungen rings um die Achse des Cylinders gleiche Druck trägt nicht überall gleich stark zu der zu erlangenden Wirkung bei; denn das von dem Bergmanne zu sprengende Gestein ist vorher stets auf einer oder auf mehreren Seiten frei gemacht, so dass man mit Sicherheit die Richtung vorhersehen kann, nach welcher die hauptsächlichste Zersprengung stattfinden wird, sowie auch die mittlere Richtung, nach welcher die Gesteinstücke (Wände) umhergeworfen werden. Nun ist es aber klar, dass, wenn man denselben anfänglichen Druck senkrecht zu der Richtung auf den Riss erlangen kann, der mit einer geringern Pulvermenge veranlasst worden, indem man nur den Druck vermindert, der nach andern Richtungen stattfindet, man dieselbe Zersprengung des Gesteins, jedoch mit Pulverersparung, erlangen könne.

Wir wollen, z. B., annehmen, dass man die Strosse *ABC*, Fig. 26, Taf. 9, absprengen wolle, die an der obern und vordern Seite frei gemacht worden ist. Man konnte ein Bohrloch bei *A*, am Fusse der obern Strosse *D*, ansetzen. Ist die Strosse nicht zu breit und das Gestein ziemlich gleichartig, so muss die durch den Schuss gewonnene Gesteinmasse eine mit *sAt* analoge Form haben und in der Richtung von *x* fortgeworfen werden. Die Sprengungslinie wird fast durch die Achse des Bohrlochs gehen. Im Augenblicke der Entzündung des Pulvers wird der Riss auf beiden Seiten des Bohrlochs beginnen und sich sowohl nach *s*, als nach *t* fortpflanzen. Da das Gestein sehr starr ist, so wird sich der Bruch nach einer sehr weiten Entfernung fortpflanzen, und wenn auch die in der Nachbarschaft des Bohrlochs *A* bewirkte Trennung der Theile des Gesteins noch so gering ist. Die Zersprengung wird daher vollständig erfolgt seyn, ehe der Raum, in dem sich die Pulvergase verbreiten können, eine bedeutende Zunahme erlangt haben könnte. Es folgt daraus, dass, wenn die Umstände von der Beschaffenheit sind, dass, wenn der anfängliche Druck des Pulvergases in der Richtung des Pfeiles *x* und in der gerade entgegengesetzten einander gleich sind, die Wirkungen einander auch fast gleich bleiben werden, sey die Grösse der Pulverladung auch welche sie wolle. Wenn aber, statt das Bohrloch auf die gewöhnliche Art zu besetzen, man auf seine Sohle einen halbcylindrischen Pflock bringt, der es zur Hälfte ausfüllt und dessen obere Fläche in der Richtung der Linie *mn*, d. h., senkrecht auf *x* liegt, so würde der anfängliche Druck der Pulvergase derselbe bleiben, obgleich die Pulvermenge wirklich um die Hälfte verändert wurde, wobei freilich der Einfluss berücksichtigt werden müsste, den die Ausdehnung der von dem Pulver berührten Wände auf die Schnelligkeit seiner Entzündung ausübt. Man hat Grund zu der Annahme, dass durch solche Einrichtung, die losgesprengte Gesteinmasse, bei der Hälfte des Pulvergewichts, fast dieselbe bleiben würde; nur würden die abgesprengten Gesteinstücke weniger klein seyn, und sie würden weniger umhergeschleudert werden, welches zu dem zu erlangenden Zwecke ganz gleichgültig ist.

Dieselben Betrachtungen führen zu der Folgerung, dass die halbcylindrische Form nicht die beste für den Raum seyn würde, den das Pulver einnimmt, sondern die prismatische mit rechteckiger Grundfläche, so dass die längste Seite des Parallelepipeds senkrecht auf der Linie des stärksten Widerstandes steht. Die Verhältnisse der beiden Seiten von dieser Basis müssten nothwendig mit der Menge des angewen-

deten Pulvers variiren, damit der Einfluss der Wände die Wirksamkeit des Pulvers nicht zu sehr verminderte, indem er die Dauer der Entzündung verlängerte. Die Bohrlöcher können freilich nur cylindrisch hergestellt werden, allein man kann einen Theil derselben mit Holz ausfüttern, oder man kann parallelepipedische Patronen machen und ihnen durch Holzstücke die cylindrische Form geben. Es bleibt nun noch zu erörtern, ob die sehr wahrscheinliche, dadurch veranlasste Pulverersparung nicht durch die zur Anfertigung der Holzstücken und der Patronen veranlassten Arbeitslöhne wieder ausgeglichen werden würde.

Es ist hier hinreichend, die Modificationen angedeutet zu haben, die man vernünftiger Weise versuchen kann, um bei den gewöhnlichen Sprengmethoden eine Pulverersparung zu erlangen, sowie auch die wahren Grundsätze angegeben zu haben, nach denen diese Frage, welche so viele Bergleute beschäftigt, beantwortet werden muss.

Wir erwähnen hier noch eines Vorschlages, den der Ingenieurofficier. J. J. Leblanc, in einem sehr interessanten Aufsatze über die Theorie der Petarden, im *Mémorial de l'officier du génie, No. 7, p. 216. etc.* gemacht hat. Nachdem er gezeigt hat, dass die Wirkung des Pulvers in den Petarden hauptsächlich von dem anfänglichen Drucke abhängt, schlägt er vor, in die Achse der Patrone einen cylindrischen Kern von Holz zu bringen, durch den man eine gewisse Pulvermenge ersetzt, welches demnach erspart wird. Das die Ladung bildende Pulver würde den ringförmigen Raum zwischen dem Kerne und den cylindrischen Wänden der Patrone bilden. Offenbar würde es zweckmässiger seyn, in die Patrone einen halbcylindrischen Kern zu bringen, der die Hälfte derselben ausfüllt, und dessen ebene Fläche senkrecht auf der Linie des geringsten Widerstandes steht. Das Pulver würde sich auf diese Weise weit vollständiger entzünden, weil es mit äussern Oberflächen von weit geringerer Ausdehnung in Berührung stehen, und weil die Anfertigung der Patronen weit leichter und wohlfeiler seyn würde. Nur müsste man bei Einführung der Patronen in das Bohrloch stets dahin sehen, sie nach der gehörigen Seite zu kehren.

Bestandtheile und äussere Eigenschaften des Pulvers. Das Gruben- oder Sprengpulver ist in seinen Bestandtheilen von dem Pürsch- und Geschützpulver verschieden. In Frankreich wendet man folgende Verhältnisse an:

	Salpeter.	Kohle.	Schwefel.
Geschützpulver . .	750	125	125
Pürschpulver . . .	780	120	100
Sprengpulver . . .	650	150	200

Hr. Prof. Schubarth in Berlin *) theilt nachfolgende Vorschriften mit:

	Salpeter.	Schwefel.	Kohle.
Preussisches Militärpulver . .	75	11,5	13,5
Englisches Dartfordpulver . .	79,7	7,82	12,48
Berner geschliffenes	76	10	14
Schwedisches	76	9	15
Oesterreichisches Militärpulver	72	16	17

*) Handbuch der techn. Chemie, 3. Aufl. I. 317. — Siehe übrigens auch mein Handbuch der Pulverfabrication, bei dem Verleger dieses Werks, 1841. H.

Bei den militärischen Minen berechnet man die innere Seite des cubischen Kastens, in welchen man das Pulver einschliesst, unter der Annahme, dass das Cubikdecimeter (oder Liter) Pulver 951 Grammen wiegt.

Die äussern Eigenschaften eines guten Pulvers bestehen darin, ein gleiches Korn zu haben, hart zu seyn und keinen Staub zu haben. Die Gleichheit des Korns erkennt man mit dem Auge, die Härte dadurch, dass man es in der hohlen Hand zu zerdrükken sucht, die Staublosigkeit dadurch, dass man ein Korn auf dem Rücken der Hand rollt und es keine Spur hinterlässt, oder nicht abfärbt.

Das Pulver muss an einem trocknen Orte, in Fässern oder ledernen Säcken, aufbewahrt werden. Durch die Feuchtigkeit verliert es viel von seiner Kraft. Feuchtes Pulver erlangt seine Eigenschaft durch Trocknen in der Sonne wieder; allein durchnässtes Pulver kann nicht wieder brauchbar werden.

P r o b e d e s G e s c h ü t z p u l v e r s. Das Geschützpulver wird im Artilleriewesen auf folgende Weise probirt. Man bedient sich eines Probirmörsers von 0,19118 Durchmesser in der Pulverkammer und von etwas mehr Länge, als der Durchmesser beträgt. Die cylindrische Kammer enthält 92 Grammen Pulver. Der Mörser ruht fest auf einem Gestelle, unter dem constanten Winkel von 45°.

Die Probirkugel von Rothguss erhält auf der Drehbank das genaue Kaliber von 0,18949 Met. und wiegt 29,3704 Kil. (60 altfranz. Pfund). Man erlangt dies genaue Gewicht dadurch, dass man ein Loch in die Kugel bohrt. Das Pulver wird mit einem Trichter in die Kammer geführt, und man bringt keine Art von Vorladung zwischen dasselbe und die Kugel, die, auf den Rändern der Kammer ruhend, auf die Ladung weder Druck noch Reibung ausübt.. Man zündet mit einer Lunte.

Neues Pulver wird für gut erachtet, wenn die Probirkugel 225 Meter in horizontaler Entfernung fortgeschleudert wird.

Der Widerstand der Luft bei der Bewegung der Kugel ist sehr schwach, da die Pulverladung im Verhältnisse zum Gewichte der Kugel gering ist. Man darf daher annehmen, dass ihre Bahn nicht wesentlich von der Parabel abweichen wird, die sie beschreiben würde, wenn sie sich in einem luftleeren Raume bewegte, und man kann daher die, einer Entfernung von 225 Meter entsprechende, anfängliche Geschwindigkeit berechnen. Bezeichnet man den Winkel der anfänglichen Geschwindigkeit mit dem Horizont mit α, so wird die Weite des Wurfes durch die Gleichung $d = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$ ausgedrückt, in welcher d die Weite, v die anfängliche Geschwindigkeit und g die Gravitation $=$ 9,8088 Metér (siehe das *Traité de mécanique* von P o i s s o n). Für den Probirmörser ist $\alpha = 45^{\circ}$, $\sin 2\alpha = 1 . d = 225$ Meter. Substituirt man diese Zahlenwerthe, so giebt die vorhergehende Gleichung die Grösse der anfänglichen Geschwindigkeit der Probirkugel $v = 46{,}97$ Met. an. Die entsprechende halbe lebendige Kraft dieser anfänglichen Geschwindigkeit ist gleich

$$\frac{29{,}3704}{2g} + \overline{46{,}97^2} = \frac{29{,}3704}{2} \times 225 = 3304.$$

Diese halbe lebendige Kraft ist, nach den bekannten Grundsätzen der Mechanik, das Maass der der Probirkugel durch das Pulver mitgetheilten bewegenden Kraft, ausgedrückt in Kilogr., die 1 Met. hoch gehoben worden sind. Da die Ladung des Probirmörsers aus 92 Grammen Pulver besteht, so findet man, dass die bewegende Kraft

eines Kilogr. Pulvers unter denselben Umständen 35,913 Kilogr., auf 1 Meter erhoben, seyn würde.

Grösse der in den Geschützen benutzten Wirkung. In den Geschützen von grobem Caliber, die mit einer Pulverladung versehen werden, welche gleich einem Drittel von dem Gewichte des Geschosses ist, ist die bewegende Kraft des Pulvers, berechnet nach den, den Projectilen mitgetheilten, anfänglichen Geschwindigkeiten, fast gleich der, welche der Probirmörser bewirkt. So erlangt, nach Hrn. Poncelet (*mécanique industrielle, p. 180*), eine 12 Kil. schwere Kugel, die mit 4 Kil. Pulver abgeschossen wird, eine anfängliche Geschwindigkeit von 500 Meter in der Secunde. Bei Berücksichtigung der dem zurückgestossenen Stücke mitgetheilten lebendigen Kraft, findet derselbe Mathematiker für die, von den 4 Kil. Pulver entwickelte, bewegende Kraft 153,415 Kilogr., 1 Met. erhoben, oder 38,354 Kil. auf 1 Meter für 1 Kil. Pulver.

Die, dem Projectil mitgetheilte, bewegende Kraft vermindert sich mit dem Caliber des Stücks und erleidet eine Reduction von etwa einem Drittel bei den gewöhnlichen Gewehren, bei welchen Kugeln, von denen 19 ein Pfund wiegen, mit der Hälfte ihres Gewichts Pulver abgeschossen werden, und nach Hrn. Poncelet (*mécanique industrielle, p. 183*), eine anfängliche Geschwindigkeit von 500 Meter in der Secunde annehmen.

In dem Probe-Mortier, sowie bei 24pfündigen Geschützen, beträgt das von den Pulvergasen eingenommene Volum in dem Moment, in welchem die Kugel aus dem Geschütze geht, 7 bis 9 Mal mehr, als die Pulverladung. Es dehnen sich daher diese Gase, während ihrer Wirkung auf das Projectil und das Stück aus, bis dass sie einen 7 bis 9 Mal grössern Raum einnehmen, als ihr anfänglicher betrug. Die von ihrer anderweitigen Expansion, nach dem Herausgange des Projectils, herrührende bewegende Kraft, ist für die Wirkung, welche man in Aussicht hat, verloren.

Die bewegende Kraft der Pulvergase, bei den Bohrlöchern, ist noch geringer, als bei den Geschützen. Bei der Sprengarbeit ist die wirklich benutzte bewegende Kraft die, welche der Expansion von dem ursprünglichen Volum des Pulvers bis zu dem Momente entspricht, in welchem die Gesteintheilchen schon hinlänglich getrennt waren, so dass eine Zersprengung stattfand. Nur ist es aber wegen der grossen Starrheit, der geringen Zusammendrückbarkeit und Ausdehnbarkeit der Gesteine klar, dass die Sprünge fast augenblicklich auf ihrer ganzen Ausdehnung und vorher entstehen, ehe die Dimensionen des von dem Pulver eingenommenen Raums bedeutend zugenommen haben. Es scheint daher die bewegende Kraft, welche das Pulver zu entwickeln im Stande ist, bei den Geschützen weit besser benutzt zu werden, als bei'm Sprengen der Felsen, wobei die Wirkungen der Wurfbewegung gänzlich nutzlos sind.

Jedoch ist die bewegende Kraft, welche man durch die Wirkung des Pulvers erhält, selbst bei den Geschützen noch sehr kostbar, wenn man sie mit der vergleicht, welche die Verbrennung der Steinkohlen selbst bei den mittelmässigsten Dampfmaschinen entwickelt. Die Heerde derselben verzehren fast 5 Kilogr. Steinkohlen auf die Pferdekraft und in der Stunde. Nun drückt aber die Art von Einheit, die in der Maschinenlehre mit dem Worte Pferdekraft bezeichnet wird, eine Arbeit von 75 Kilogr. in einer Secunde Zeit, um 1 Meter erhoben, aus. Es folgt demnach, dass die bewegende Kraft von 5 Kil. Steinkohle 75 × 3,600 = 270,000 Kil., 1 Met. hoch erhoben, und die von 1 Kil. Pulver = 54,000 Kil., 1 Met. erhoben, d. h. etwa noch ausserdem die

Hälfte von dem ist, welche in den Probirmörsern und in den Geschützen von grobem Caliber von 1 Kil. Pulver den Projectilen mitgetheilt wird. 1 Kil. Steinkohlen kostet in Frankreich im Allgemeinen nicht mehr, als 30 Cent., und bei den Steinkohlengruben nur die Hälfte, 1 Kil. Sprengpulver aber 2,10 Fr., oder das Siebenfache.

In gewissen Fällen würde es weit haushälterischer seyn, die Gesteine mit verstahlten Werkzeugen zu zermalmen, als das Pulver anzuwenden. Das Pulver ist demnach ein sehr wirksames Mittel, welches im Stande ist, einen ungeheuren Druck auszuüben, dessen benutzte bewegende Kraft aber sehr hoch kommt. Wenn die Sprengarbeit bei'm Bergbau eine bedeutende Ersparung veranlasst hat, so kommt das daher, dass sie die Handarbeit der Menschen ersetzt, die nur sehr einfache Werkzeuge, als Keilhauen, Schlägel und Eisen etc., anwenden konnten, um sehr harte Gesteine zu gewinnen, und die ausserdem gewöhnlich an engen Orten arbeiteten, wo sie eine beengte Stellung annehmen mussten, die ihnen nicht gestattete, ihre ganze Kraft zu entwickeln.

Jetzt, wo man die natürlichen Kräfte weit besser zu benutzen versteht, als zur Zeit der Erfindung des Pulvers, scheint es vortheilhaft zu seyn, zu gewissen Arbeiten, die jetzt mittelst der Sprengarbeit ausgeführt werden, die Dampfmaschine anzuwenden. Dahin gehört, z. B., das Absinken seigerer Schächte in festem Gesteine. Dasselbe könnte mittelst der Stösse einer mit verstahlten Werkzeugen, von zweckmässiger Form, versehenen Ramme durchsunken werden. Die Ramme müsste mittelst einer Kette an einem Gerüste aufgehängt, und die Stösse müssten durch eine Dampfmaschine und mittelst eines sehr einfachen Mechanismus veranlasst werden. Auch würde es leicht seyn, dem Rammklotze eine kleine drehende Bewegung mitzutheilen, entweder durch die Maschine, oder durch Menschenhände.

Der Ingenieur Sulzberger zu Zwickau**) will durch Dampf bewegte Bohrmaschinen zum Abbohren 18 bis 24 Zoll weiter Bohrlöcher anwenden, die man alsdann zu Fahr-, Kunst- oder Förderschächten benutzen kann.

Das Ausfördern des Wassers ist während des Absinkens unnütz und nur in dem Falle erforderlich, wenn man die Stösse durch Zimmerung oder Mauerung sichern, oder wenn man auf die Bohrlochssohle hinabfahren will, um abgebrochene Gezähstücke emporzuschaffen, die auf keine Weise emporgeschafft werden können. Um die Kosten der Wasserhaltung zu ersparen, könnte man in diesem Falle auch die Taucherglocke anwenden. Der Bohrschmand und die Gesteinbruchstücke würden mittelst eines Bohrlöffels mit Ventil aufgefördert werden. Kurz es würden, wie schon bemerkt, Bohrarbeiten nach grossem Maassstabe seyn, ausgeführt in festem Gestein, mittelst Dampfmaschinen und mit geringen Arbeitslöhnen.

Die Kosten, welche das Pulver verursacht, würden durch die für das Brennmaterial zur Feuerung der Dampfmaschine und durch die nicht unbeträchtlichen Reparaturkosten für die verstahlten Werkzeuge, welche das Gestein unmittelbar angreifen, ersetzt werden. Es scheint uns, dass, wenn auch nicht immer, dennoch in vielen Fällen dies Verfahren haushälterischer seyn würde, als das gewöhnliche Verfahren bei'm Absinken der Schächte mit Hülfe der Sprengarbeit. Die angewendeten Werkzeuge würden aus einer gusseisernen Scheibe oder einem Rammklotze von demselben Materiale bestehen, unter denen die Bohrwerkzeuge, ähnlich den gewöhnlichen, auf eine zweckmässige Weise angebracht werden müssten.

**) Berg- und Hüttenmännische Zeitung, 1843, S. 969 etc.

Mittel, welches man in America anwendet, um Felsstücke aus den Flussbetten fortzuschaffen. Zur Unterstützung der obigen Betrachtungen führe ich das sinnreiche Verfahren an, welches in America zur Vertiefung der Flussbetten an Orten, wo es mit Felsstücken ausgefüllt ist, so dass Untiefen entstehen, angewendet wird, indem man dazu die Triebkraft des Flusses selbst benutzt. Auf dem Hintertheile eines Kahnes ist eine horizontale Welle angebracht, deren beide Enden über die Borde des Kahns hervorstehen und mit zwei Schaufelrädern versehen sind, die in das Wasser reichen. Der Theil der Welle zwischen den Borden des Kahns ist mit mehreren Reihen von Hebedaumen versehen, wie dies bei einer Pochwelle der Fall ist. Senkrecht auf der Achse der Welle und vor dem Boote sind zwei senkrechte Stempel angebracht, die unten mit einem eisernen, verstahlten Schuhe versehen sind, der das Gestein durch den Stoss zermalmen soll. Diese Stempel werden, wie die eines Pochwerks, durch ein Gerüst geleitet, welches an dem Boote befestigt ist. Sie werden abwechselnd durch hölzerne Hebelarme, die parallel mit der Welle, zwischen dieser und den Stempeln, vorhanden sind, in der Art gehoben, dass die Hebedaumen unter das eine Ende fassen, während das andere mit dem Stempel verzapft ist. Das Boot ist übrigens mit einem Steuerruder versehen.

Will man nun die Felsstücke, welche Untiefen in einem Flussbette bilden und eine Stromschnelle veranlassen, zerstören, so befestigt man das Boot durch Taue an festen Puncten am Ufer, so dass die Stempel über dem niedrigsten Puncte der Schnelle stehen. Da die Stempel vorn befindlich sind, so steht das Boot gänzlich unter den Felsen, an einem Puncte, wo es schwimmen kann. Die Triebkraft des Stroms dreht die Räder und die Welle, so dass die Stempel abwechselnd gehoben werden und niederfallen und durch ihren Stoss die Felsen zertrümmern, deren Stücke der Strom hinwegführt. Sind nun die Felsstücke an einer Stelle des Flussbettes zertrümmert, so geht man mit dem Boote aufwärts, indem man es an den Befestigungstauen in die Höhe zieht, und auch in der Quere verändert man seine Lage, um das Bett zu erweitern. Zur Bedienung des Bootes und zur Leitung der Operation sind zwei Mariniers hinreichend.

Wenn nun aber auch das Fahrwasser durch Fortschaffung der Felsstücke tief genug für die den Fluss befahrenden Böte gemacht worden ist, so bleibt sein Fall dennoch immer so bedeutend, dass die Böte nur mit Hülfe einer bedeutenden Kraft zu Berg oder aufwärts fahren können. Das Boot, welches zur Fortschaffung der Felsstücke angewendet wurde, wird alsdann als Remorqueur benutzt. Man schafft die Stempel davon hinweg und ersetzt die Hebedaumen durch eine Trommel, auf die sich ein Seil aufwickelt, dessen Ende an einem festen Puncte am Ufer, oberhalb der Stromschnelle, befestigt worden ist. Die Trommel kann nach Belieben auf der Welle befestigt, oder durch Ausrückung von derselben lose gemacht werden, so dass sich die Welle ohne die Trommel in deren Innern drehen kann. Will man nun einen Bootzug emporziehen und der Remorqueur ist unter der Schnelle und jener mit diesem verbunden, so rückt man die Trommel ein, und es werden die Böte durch die Einwirkung des Wassers auf die Räder emporgezogen u. s. w. (*Babbage, economy of manufactories, 3 edit. p. 43*).

Es ist hier hinreichend, diese Betrachtungen dargeboten zu haben. Mehrere Details würden über die Grenzen dieses Werkes hinausgehen, dessen Zweck es auch nicht ist,

die neuen Methoden auseinanderzusetzen, sondern die bekannten und allgemein angenommenen kennen zu lehren und zu prüfen.

Wirkung des Pulvers auf das Gestein. Wir kommen auf die Sprengarbeit zurück. Es ist unmöglich, genaue Data über die Wirkungen des Pulvers zu geben, indem dieselben mit den örtlichen Umständen verschieden sind, die selbst nicht allein in verschiedenen Gruben, sondern auch an verschiedenen Puncten einer und derselben Grube variiren. Ich führe daher nur beispielsweise, und im Voraus bemerkend, dass man sie nicht als überall anwendbare Veranschlagungen annehmen darf, die folgenden Thatsachen an.

Zu Montmartre, bei'm Steinbruchsbau, oder auf den Strassen der sehr weiten und hohen Oerter, macht man mit $\frac{1}{2}$ Kilogr. (1,05 Cölln. Pfund) etwa 8 Cubikmeter (260 Cubikfuss) Gyps los.

Nach Hr. Baillet de Belloy, gewinnt man vor engen Orten mit 2 Unzen (125 Grammen) Pulver 100 bis 150 Kilogr. (210 bis 315 Pfund) quarziges Gestein.

Zu Ronchamp gewinnt man mit 125 Grammen Pulver, nach vorherigem Schrämen, bis 4 Cubikmeter (130 C. F.) Steinkohlen.

Auf dem Ingersleben-Flötz der Grube Prinz Wilhelm, bei Gersweiler im Saarbrückschen, werden bei'm Streckenbetriebe auf 100 Tonnen Kohlen (à 4 Scheffel) $1\frac{1}{2}$ Pfd. Pulver verbraucht; bei'm Pfeilerbau etwas weniger. Auf der Grube Friedrichsthal in demselben Revier zu demselben Quantum, bei'm Streckenbetriebe, beinahe 2 Pfd. Auf dem 6 Fuss mächtigen Heinrich-Flötz der Gerhardgrube in demselben Revier, auch bei'm Streckenbetriebe, auf 100 Tonnen $4\frac{1}{4}$ Pfund. Auf der Grube Sichelscheid im Worm- oder Bardenberg-Reviere bei Aachen auf 100 Tonnen Kohlen etwa $2\frac{1}{2}$ Pfd. — Im Waldenburger Reviere in Niederschlesien $\frac{3}{8}$ bis 1 Pfund bei'm Pfeilerbau; in Oberschlesien bei'm Streckenbetriebe $\frac{7}{16}$, $\frac{3}{4}$ bis $\frac{7}{8}$ Pfd. *).

Hr. Babbage erwähnt folgenden Fall: einer der Kalksteinblöcke, die zu den Wogenbrechern im Haven von Plymouth gebraucht wurden, war $26\frac{1}{2}$ Fuss lang, 16 Fuss breit und 13 Fuss (englisches Maass) dick. Um diese Gewichtsmasse von etwa 400,000 Kilogr. (8000 Cent.) zu gewinnen, musste man dreimal sprengen. Zwei Ladungen, jede von 50 Pfund, wurden nacheinander in einem Loche von 13 Fuss Tiefe, und oben 3 Zoll und unten $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, weggethan. Es entstand dadurch ein Riss, in den man eine Petarde mit 100 Pfd. Pulver brachte, welche die Masse lostrennte. Man gewann demnach mit jedem Pfunde (453 Grammen) Pulver, fast 2000 Kilogr. Gestein.

Der General Burgoyne erwähnt folgendes Beispiel: In den Granitbrüchen der Umgebungen von Kingstown, wo die Unternehmer Blöcke von 40 bis 60 Cubikfuss liefern müssen, wendet man oft Pulverladungen von 50, 60 und 70 Pfund an, welche $\frac{2}{3}$ der Bohrlöcher von $3\frac{1}{2}$ bis 4 Zoll Durchmesser und etwa 20 Fuss Tiefe ausfüllen. Das Gestein ist dazu auf der Vorderseite auf einer bedeutenden senkrechten Höhe freigemacht und man erlangt im Allgemeinen bedeutende Wirkungen. So brachte man in ein Bohrloch von $5\frac{1}{2}$ Zoll Weite und 19 Fuss 7 Zoll Tiefe eine Pulverladung von 75 Pfund, welche das Loch 8 Fuss 10 Zoll hoch anfüllte. Die abgelös'te oder stark gerissene Masse hatte ein Volum von 1200 Cubik-Yards (à 27 engl. Cubikfuss) und

*) Zusatz aus Karsten's Archiv, Bd. VI. H.

wog 2400 Tonnen à 20 Centner. Die Kosten der Gewinnung betrugen 6 Pfd. Sterl. 15 Schillinge 8 Pence. (45 Rthl.) *).

Jedoch muss bemerkt werden, dass zum Zerstückeln der ungeheuern, durch die erste Explosion losgetrennten Blöcke noch mehrere kleine Bohrlöcher erforderlich waren.

In dem Kapitel von den Abbauen oder Grubenbauen, werden wir noch einige andere Beispiele aufführen.

Von dem Feuersetzen.

Gewinnungs-Methode in den ungarischen Bergwerken nach Delius. Das Feuersetzen ist sehr alt und älter, als die Sprengarbeit. Noch jetzt wird es an einigen Orten angewendet, wo der Preis des Holzes und die Beschaffenheit des Gesteins diese Art der Gewinnung wohlfeiler machen, als die Anwendung des Pulvers. Die Bergwerke zu Felsöbanya in Ungarn, zu Altenberg in Sachsen, am Rammelsberg bei Goslar am Harze etc. etc., sind in diesem Falle. Die Wirkung des Feuers zerstört den Zusammenhang des Gesteins und zerreisst es in Folge der Elasticität, welche das Wasser und andere flüchtige Substanzen, die in seinen Poren und natürlichen Spalten enthalten sind, durch die Temperaturzunahme erlangt. Die durch das Feuer getrennten Gesteinstheile lassen sich leicht mit der Keilhaue oder mit der Brechstange hereinnehmen, wenn sie nicht durch ihr eigenes Gewicht hereinfallen. Nach Delius ist das zu Felsöbanya in Ungarn bei'm Feuersetzen angewendete Verfahren das folgende. Um ein Stollenort zu betreiben, wendet man einen 25 Zoll langen und an dem Ende, welcher mit dem Ortsstoss in Berührung kommt, 14 Zoll und an dem andern Ende 23 Zoll breiten eisernen Rost an. Derselbe hat vier Füsse, ist etwas gebogen und von Hinten nach Vorn um etwa 9 Zoll geneigt. Auf demselben und auf den Seiten sind Blechtafeln angebracht. Nachdem man Holz auf den Rost gelegt hat, stellt man ihn auf die Streckensohle, gegen den Ortsstoss und entzündet das Holz. Die Flamme schlägt gegen den Stoss und erhebt sich nach der Förste der Strecke, und der Rauch und die heisse Luft ziehen durch den obern Theil ab. Die Arbeiter haben eine Gabel (Forke) und einen Haken mit langen Stielen, um das Feuer zurückzuziehen, oder um Holz auf den Rost zu legen, wobei sie sich in einer gewissen Entfernung von dem Ofen halten. Die Fig. (1), *a*, *b*, *c*, Taf. 10, aus dem Werke von Delius entnommen, stellen den Rost im Grundrisse und im Durchschnitte dar; *d* und *e* sind die Blechtafeln, welche darauf gelegt und an die Seiten gestellt werden; *f*, *g* ist die Forke und der Feuerhaken.

Das Feuer wirkt auf diese Weise nur auf eine Länge von etwa $2\frac{1}{2}$ Fuss und auf eine Tiefe von einigen Zollen. Man macht die mürbe gewordenen Theile los und verlängert das Ort durch Wiederholung derselben Operation. Die Sohle wird gewöhnlich mittelst Sprengen nachgeholt.

Um das Ort zu erweitern, errichtet man an der einen Seite desselben, Fig. 3 und 4, Taf. 10, Holzstösse (Anstösse), welche aus sich schief kreuzenden Scheiten bestehen und oben mit nach Oben geneigten und gegen den Stoss gestützten Scheiten endigen. Man wiederholt dieselbe Operation auf der andern Seite und erhöhet die Strecke,

*) Eine sehr grossartige Felsensprengung wurde im Januar 1843 zu Dover in England vorgenommen; es wurden dabei 19000 Pfund Pulver verwendet. Siehe Berg- und Hüttenmännische Zeitung, 1843, S. 234 u. s. w. H.

indem man Holzstösse mit Scheiten errichtet, die rechtwinklich übereinander liegen, wie Fig. 5 zeigt, sich nach der Achse der Strecke ausdehnen, und die man ganz unbedeckt lässt, damit die Flamme unmittelbar gegen die Förste wirke.

Die Fig. 6 stellt die Baue der Grube zu Felsöbanya, sowie sie zu Delius Zeiten waren, dar. Man hat die Lagerstätte zuvörderst durch Fels- oder Gezeugstrecken, die 9 Klafter untereinander liegen, und die durch 40 bis 50 Klafter voneinander entfernte Rollschächte, welche, auf dem Fallen der Lagerstätte getrieben, miteinander verbunden sind, in grosse viereckige Massen vorgerichtet. Man errichtet die Holzstösse auf der Sohle der söhligen Strecken, und zwar auf der ganzen Länge zwischen zwei Schächten, so dass das Feuer auf die Streckenförste wirkt. Werden die Strecken so hoch, dass die Flamme der auf der Sohle angebrachten Stösse nicht mehr recht wirksam seyn kann, so errichtet man auf der Sohle einen Bergeversatz von zweckmässiger Höhe, auf den man die Holzstösse errichtet. Hat man eine Höhe von 12 bis 15 Fuss erreicht, so macht man eine Kastenzimmerung von Holz von 6 Fuss Höhe, die man mit Pfosten oder Bretern belegt, und die man 2 bis 3 Fuss dick mit Steinen bedeckt, um sie gegen die Einwirkung des Feuers zu schützen, und darauf errichtet man die Holzstösse. In dem Maasse, als man mit der Förste in die Höhe geht, erhöhet man auch den Bergeversatz, wozu man das gewonnene taube Gestein anwendet. Da das gewonnene Gestein nicht alles benutzt werden kann, so muss ein Theil desselben aus der Grube herausgefördert werden. Man führt daher durch den Förstenkasten und durch den Bergeversatz kleine Schächte, die man mit trocken aufgeführter Mauerung versieht, und stürzt die überflüssigen Berge durch diese Rollen auf die Streckensohle, von wo sie nach dem Treib- oder Förderschachte gebracht und auf diese Weise zu Tage ausgefördert werden. Kommt man in geringer Entfernung unter die obere Strecke, so vermindert man die Breite oder Mächtigkeit des Baues, macht die Förste gewölbartig und lässt ein etwa eine Klafter mächtiges Mittel dazwischen stehen. Die auf diese Weise gebildeten Räume bleiben nach dem Abbaue der Erzmittel leer, welches oft Veranlassung zu bedeutenden Brüchen giebt.

Feuersetzen im Rammelsberge. Die im Rammelsberge übliche Betriebsmethode ist vom Hrn. v. Villefosse (Mineralreichthum, II. 282 etc.) beschrieben und hat viel Aehnlichkeit mit der zu Felsöbanya angewendeten. Man greift im Rammelsberge die Lagerstätte in verschiedenen Teufen durch Querschläge, die vom Liegenden nach dem Hangenden getrieben werden, an. Von einem der Querschläge treibt man, im Liegenden, auch mittelst der Sprengarbeit eine streichende Strecke, mit der man ziemlich weit auffährt. Auf derselben errichtet man Holzstösse, die unten aus horizontalen und oben aus fast senkrecht stehenden und an die Erzförste gelehnten Scheiten von Tannenholz bestehen. Man setzt die Stösse in Brand, und die Flamme wirkt unmittelbar auf die Erzmasse. Wenn nach einigen solchen Bränden die Förste höher wird, so bringt man auf der Sohle einen Bergeversatz an, auf den man alsdann die Holzstösse errichtet. Nach einer gewissen Anzahl von Bränden erlangt das Hangende das Ansehen eines hohen Gewölbes, und um es noch zu erweitern, stürzt man auf die Sohle Berge, die sich bis auf etwa 1 Lachter von dem Schlusse des Gewölbes erheben. Die Holzstösse bestehen aus theils horizontal hingelegten, theils über's Kreuz gestellten Scheiten, so dass jeder Stoss vier freie, senkrechte Seiten hat, wesshalb ihn die Bergleute Schrank nennen. Die am Ende der Woche errichteten Stösse werden den Sonnabend früh um 4 Uhr in Brand gesteckt, zuerst die in den obern Bauen, da-

mit die der untern dem Brennen jener nicht nachtheilig seyn können. Um 3 Uhr Nachmittags stehen alle Stösse in Flammen.

Das Feuer brennt bis zum Montag, ohne dass ausser den Feuerwärtern jemand in der Grube ist; an diesem Tage früh werden aber von diesen die etwa noch glimmenden Brände ausgelöscht. Haben nun einige Holzstösse nicht gut gewirkt, dann werden den Montag an diesen Stellen andere angesteckt (angestossen). Vom Dienstage bis nächstem Sonnabend werden die Erze, zerschlagen, zu den Wäschen gefördert, die Bergeversätze gemacht und neue Holzstösse errichtet. Es herrscht eine sehr hohe Temperatur in der Grube, und es müssen daher die Bergleute gänzlich nackt arbeiten.

Ausserordentliche Gesteinsfestigkeit im Rammelsberge. Die Festigkeit der Lagerstätte ist sehr bedeutend, besonders an einigen Puncten. Hr. v. Villefosse berichtet, dass man 1808 einen sehr festen Schwefel- und Kupferkiesstoss durch ein einmännisches Bohrloch angreifen wollte. Nach 11 Schichten oder 88 Stunden hatte der sehr scharf beaufsichtigte Häuer ein 4 Zoll tiefes Loch gebohrt, hatte dabei 126 Bohrer unbrauchbar gemacht; 26 mussten verstahlt und 201 geschärft werden. Ausserdem wurden $6\frac{1}{4}$ Pfund Oel zum Geleucht und $\frac{1}{2}$ Pfd. Pulver zum Wegthun des Loches gebraucht. Nach einer darüber angestellten Berechnung, kostete jeder Zoll $22\frac{1}{2}$ Sgr.

Vier Bergleute und zwei oder drei Grubenjungen, die zusammen vor einem Erzschramm arbeiten, gewinnen wöchentlich ein Treiben oder 40 Tonnen Erz verschiedener Art, von denen jede $7\frac{1}{2}$ Cubikfuss braunschweigisch Maass umfasst.

Eine	Tonne	Bleierz	wiegt	6	Centn.	27	Pfund.
—	—	Kupfererz	—	5	—	89	—
—	—	Brandstaub	—	6	—	—	—
—	—	Kupferrauch	—	3	—	15	—

Ein solches Treiben Erz, durch Feuersetzen gewonnen, kostet $12\frac{1}{2}$ Thlr., während es bei Anwendung der Sprengarbeit 38 bis 40 Thlr. kosten würde. Das Holz wird aus den Staatsforsten geliefert. Es ist daher unmöglich, genaue Angaben über die relativen Kosten zu machen, zu denen die Anwendung der beiden Gewinnungsmethoden an andern Orten Veranlassung geben würde.

Ich finde in einer kleinen Schrift von Hrn. Carl Koch, welche 1837 zu Goslar erschienen ist, dass die Wirkungen des Feuersetzens am Rammelsberge um so bedeutender sind, je mehr Erz das Gestein enthält und je dichter es ist. Zuweilen hat ein Stoss von 100 Cubikfuss Holz 1000 und mehr Centner Erz gegeben. Jedoch wird im Allgemeinen die Wirkung der Verbrennung eines solchen Stosses als genügend erachtet, wenn er ein Product von ohngefähr 100 Centner giebt *).

*) Das wichtigste Werk über die Gewinnungslehre ist das vom Professor Gätzchmann in Freiberg, welche den 3. Th. seines Systems der Bergbaukunst bildet (Freiberg, Engelhardt, 1844) Hartmann.

Viertes Kapitel.

Von dem Tagebaue.

In welchen Fällen man Tagebaue anwendet. Wenn die abzubauenden Lagerstätten gänzlich oder theilweise in einer nur mässigen Teufe unter der Oberfläche (unter Tage) vorkommen und nur von Gebirgsmassen bedeckt sind, die eine geringe Festigkeit haben, so besteht die wohlfeilste und zuweilen einzig mögliche Art des Abbaues darin, das Hangende oder Dachgestein wegzunehmen, und die Lagerstätte gänzlich zu entblössen. Die Torflager, viele Steinbrüche, die Raseneisensteins-Lagerstätten, andere metallische Lagerstätten und selbst manche mächtige Steinkohlenflötze werden mit vielem Vortheil auf diese Weise gewonnen. Die Tagebaue geben Veranlassung zu sehr weiten und oft auch sehr tiefen Aushöhlungen.

Die Schürfe und Röschen zur Aufsuchung und Untersuchung von dem Ausgehenden der Lagerstätten sind häufig Tagebaue, und ebenso sind Stollen im Anfange, und wenn sie nur erst eine geringe Tiefe unter der Oberfläche haben, und wenn sie ein wenig haltbares Gestein durchschneiden, auch in diesem Falle. Die bei dieser Art von Grubenbauen zu befolgenden Regeln weichen im Allgemeinen von denen nicht ab, nach welchen ähnliche Arbeiten bei militärischen, sowie bei Strassen- und Brückenbauten, ausgeführt werden.

Sollen die Tagebaue nicht lange offen bleiben, sondern sollen sie wieder versetzt oder ausgefüllt werden, sobald man die zu gewinnende Substanz abgebauet hat, sowie es in vielen Fällen geschieht, so giebt der Bergmann dem Abraume und den Bauen selbst nicht die für deren längere Dauer erforderliche Böschung, sondern er beschränkt sich nur auf die unerlässlichen Maassregeln für die Sicherheit der Arbeiter und hält die rölligen Massen durch Breterverschalungen, welche durch querliegende Hölzer auseinander gehalten werden. Mauerungen für eine längere Dauer werden nur bei Stollenröschen angewendet, die in der Nähe der Mundlöcher durch ein rölliges, wenig tiefes Gebirge führen. Drückt das Gebirge in diesem Falle nicht sehr stark, so sind einfache 0,65 Met. (2 Fuss) starke, mit hydraulischem Mörtel oder zuweilen auch nur trocken aufgeführte Mauern zur Unterstützung hinreichend. Ueben dagegen die Gebirgsmassen einen starken Druck aus, so ist es weit zweckmässiger, in der Rösche eine Gewölbmauer aufzuführen und die Kappe mit dem an den Böschungen aufgeworfenen Gebirge zu bedecken, und es muss dies immer dann geschehen, wenn die Rösche etwas tief geführt werden muss.

Wir kommen auf den vorläufigen Ausbau der Rösche und auf die Mauerung weiter unten, in dem Kapitel vom Grubenausbaue, zurück.

Allgemeine Regeln, welche bei'm Tagebaue zu befolgen sind. Bei dem eigentlichen Tagebaue richtet man sich gewöhnlich nach den folgenden allgemeinen Grundsätzen.

1) Zuvörderst muss ein hinlänglich bedeutender Theil von der abzubauenden Lagerstätte entblösst oder abgeräumt werden, damit die abzubauenden Substanzen leicht gewonnen und gefördert werden können. Man muss darauf bis zum Liegenden oder der Sohle der Lagerstätte niedergehen, wenn dieselbe ein sehr flachfallendes oder söhliges Lager, oder wenn sie ein von allen Seiten begrenzter Stock ist, oder bis zu einer grossen Tiefe, wenn die Lagerstätte ein merkliches Fallen hat, ohne jedoch durch Einbrüche der Wände des Baues gehindert zu werden.

2) Man muss sich die Mittel für die Wasserhaltung reserviren, wenn sich dieselben auf der Sohle der Baue sammeln. Zu dem Ende müssen sie alle einem, an dem tiefsten Puncte liegenden Sumpfe zugeführt werden, von welchem aus die Pumpen oder Wasserhaltungsmittel angebracht werden. Oft wird dieser Sumpf ausserhalb des eigentlichen Tagebaues angebracht und seine Sohle mit einer offenen oder unter Tage geführten Rösche in Verbindung gesetzt.

3) Wenn die erste Strosse abgebauet ist, so ersetzt man sie im Allgemeinen mit den Bergen, die von dem Abraume des benachbarten Theils der Lagerstätte herrühren und lässt unter dem Bergverstürz eine Rösche, welche die Wasser ebenfalls zum Sumpfe führt.

4) Die Lage der ersten Strosse und die bei dem Abbaue zu befolgende Ordnung hängen zu gleicher Zeit von der Form der Lagerstätte und der der Bodenoberfläche ab. So wird man in Gebirgsgegenden den Bau stets am Gehänge in Angriff nehmen, um die Förderung und die Fortschaffung der Berge wohlfeiler zu machen, den Abraum und Abbau zu erleichtern, und um dem Wasser einen natürlichen Abfluss zu verschaffen. Auf dem Grunde von Thälern muss man, bei fast söhligen Lagerstätten, offenbar an untern Puncten der Thäler anfangen, damit der erforderliche Fall für die Thäler bleibt und die Bewegung der zu gewinnenden Massen erleichtert werde, und man muss den Abbau querschlägig auf die Längenachse der Lagerstätte von Unten nach Oben zu beginnen.

Man wird übrigens einsehen, dass die Anlage der Abbaue nach der Beschaffenheit des Bodens, nach den Verhältnissen und der Festigkeit der Lagerstätte, bis in's Unendliche verändert werden kann. Um den Abbau so wohlfeil, als thunlich, einzurichten, ist es unerlässlich, sich, durch vorherige geognostische Untersuchung und durch bergmännische Versucharbeiten, genaue Kenntnisse von der Form der Lagerstätte, und besonders von ihrer Tiefe an verschiedenen Puncten unter der Erdoberfläche, zu verschaffen. Besitzt man nun sichere Erfahrungen, um sich mit Hülfe von Grund- und Profilrissen von der Gegend, der Lagerstätte und dem hangenden Gebirge eine genaue Vorstellung machen zu können, so müssen ein gesunder Menschenverstand und einige Erfahrungen über Tagebaue zu dem Systeme des Angriffes führen, welcher für die Oertlichkeit am Besten passt. Das Wesentliche ist hier, wie bei allen schwierigen Fällen, den Bau nicht auf's Gerathewohl mit einer irrigen oder unvollkommenen Kenntniss der Lagerstätte anzufangen, sondern nach einem reiflich überlegten und vorher ge-

nau festgestellten Plane anzufangen, so dass die, während des Abbaues selbst gemachten Erfahrungen nur specielle Veränderungen hervorzubringen im Stande sind.

Vorrichtung des Abraums. Die Abraumarbeiten bilden den kostbarsten Theil der Tagebaue. Sie beschäftigen gewöhnlich eine grosse Anzahl von Arbeitern, und man muss sie daher so haushälterisch, als möglich, organisiren.

Es fallen bei dem Abraume drei verschiedene Arbeiten vor, nämlich: das Losmachen der Berge mit der Keilhaue, wenn sie fest genug sind, um nicht sogleich mit der Schaufel oder mit Trog und Kratze weggefüllt zu werden; das Einfüllen in die Fördergefässe, als Laufkarren, Hunde und Wagen; die Förderung selbst.

Die zu diesen dreierlei Arbeiten angewendete Menschenzahl muss in einem solchen Verhältnisse stehen, dass weder ein Aufenthalt noch ein Stocken einer jeden derselben eintrete. Die Häuer müssen den Füllern die Berge liefern, diese müssen stets gefüllte Gefässe haben, und die Förderleute müssen, wenn sie mit einem leeren Gefässe ankommen, stets ein gefülltes finden, mit welchem sie abgehen können. Es geht daraus hervor, dass das Verhältniss der Anzahl der Häuer, Füller und Förderleute nach der Beschaffenheit der abzuräumenden Berge, nach dem räumlichen Inhalte der Fördergefässe, nach der zum Füllen und zum Fortschaffen derselben auf eine bestimmte Strecke erforderlichen Zeit, eingerichtet werden muss.

Förderung des Abraums mit Laufkarren. Wenn die zu durchlaufenden Entfernungen gering und die abzuräumenden Bergemassen nicht sehr bedeutend sind, so erfolgt die Förderung gewöhnlich mit dem Laufkarren. Die Grundsätze, nach denen man den Abraum mit dem Laufkarren regelt, sind noch die, auf die Beobachtungen von Vauban gestützten. Man nimmt an, dass ein Laufkarren $\frac{1}{30}$ Cubikmeter (etwas mehr als 1 Cubikfuss) Erde aufnehmen könne, wesshalb, wegen des grössern Volums der losgemachten Berge, ein räumlicher Inhalt von etwa $\frac{1}{20}$ Cubikmet. ($1\frac{1}{2}$ C. F.) erforderlich ist. Ein Arbeiter kann in seiner Tagesschicht 15 C. M. (485 preuss. C. F.) auf eine Entfernung von 30 Met. (8 preuss. Ruthen) auf der Ebene fördern; d. h. er muss die Förderstrecke 450 Mal zurücklegen, oder 27,000 Met. ($3\frac{3}{5}$ preuss. Meilen), zur Hälfte mit dem gefüllten und zur Hälfte mit dem leeren Karren, machen. Endlich kann ein Mensch in derselben Zeit, dass ein gefüllter Karren 30 Met. weit geschoben wird, und dass er leer zurückkommt, mit lockern Bergen anfüllen. Es folgt daraus, dass, zu einer guten Einrichtung der Arbeit, die ganze Entfernung, auf welche die Berge fortgeschafft werden müssen, in Relais von 30 Met. Länge getheilt, und dass an jedem dieser Puncte eine gewisse Anzahl von Förderleuten angestellt werden müsse, welche die gefüllten Karren den Karrenläufern von der vorhergehenden Station abnehmen und ihnen die leeren zurückgeben, die sie von den Karrenläufern der folgenden Station erhalten haben; dass ferner die Anzahl der anzustellenden Füller gleich der der Karrenläufer, dividirt durch die Anzahl der Stationen von 30 Met. Länge, seyn, und dass man eine Anzahl von Laufkarren haben müsse, die gleich der Anzahl der Füller und Karrenläufer zusammengenommen sey. Auf diese Weise werden die von den Karrenläufern der ersten Station zu dem Abraume zurückgebrachten leeren Karren während der Zeit gefüllt, dass dieselben Karrenläufer die gefüllten Karren von dem Abraume bis zur ersten Station schaffen und einen leeren zurückbringen.

Sind die abzuräumenden Berge nicht von selbst lose, so muss man ausser den Füllern eine gewisse Anzahl von Häuern anstellen, die von der Beschaffenheit der Berge abhängt, und die man durch einen oder mehrere Versuche bestimmt.

Bei den Arbeiten des militärischen Ingenieurwesens bestimmt man die Beschaffenheit der Erde oder Berge, in Beziehung auf die Schwierigkeit des Wegfüllens, auf folgende Weise: Der Unternehmer der Arbeiten stellt einen Füller an und der Ingenieurofficier einen Häuer. Nachdem dieser eine Zeit lang gearbeitet hat, welche er genau merkt, wird die gewonnene Erde von dem Füller in einen Laufkarren gefüllt und die dazu erforderliche Zeit ebenfalls notirt. Es sey t die Zeit zum Wegfüllen, t' die Zeit zum Einfüllen in den Karren; so wird $\frac{t}{t'}$ das Verhältniss seyn, welches zwischen der Anzahl der Häuer und Füller stattfinden muss, damit die ersten den zweiten fortwährend Berge zu liefern im Stande seyen. Ist das Verhältniss $\frac{t}{t'} = 1$, so gebraucht man einen Häuer und einen Füller, ist es $= 1\frac{1}{2}$, 3 Häuer und 2 Füller, ist es $= 2$, zwei Häuer und einen Füller u. s. f. Fügt man nun zu diesen Daten noch den Betrag des Tagelohns und die Kosten für das Gezähe hinzu, so hat man alle Elemente zu der Bestimmung der Gewinnungs- und Förderungskosten von einem gewissen Volume Abraum.

Das Gesagte bezieht sich aber auf eine Förderung auf ebenen Strecken. Geht sie abwärts, und der Abhang ist nur mässig, so dass das Auffahren der Karren nicht zu mühsam ist, so macht man dieselbe Berechnung, wie auf der Ebene. Steigt die Förderbahn an, so darf die Steigung nicht mehr als $\frac{1}{12}$ betragen, und man rechnet alsdann, dass eine Strecke von 20 Met. söhliger Entfernung einer horizontalen oder söhligen Strecke von 30 Met. gleich sey.

Vortheil grösserer Laufkarren. Die obigen Angaben sind die von Vauban und Coulomb. Letzterer nimmt die Belastung eines Laufkarrens zu 70 Kilogr. an, das Gewicht des leeren zu 30 Kil., den Druck auf die Arme des Karrenläufers zu 18 bis 20 Kil., die zum Schieben des Karrens auf ebenem und trocknem Boden erforderliche Kraft zu 2 oder 3 Kil. Wir haben aber in mehreren Tagebauen mit grossem Vortheile weit grössere Laufkarren anwenden sehen. Auf einem trocknen oder auf einer Förderbahn von Pfosten (Bretern) und mit geringem Abfalle kann man in Laufkarren, deren Gewicht das von 30 Kil. nicht zu übersteigen braucht, und von denen ein jeder $\frac{1}{20}$ Cubikmet. ($1\frac{1}{2}$ Cubikf.) enthält, eine Gewichtsmenge von etwa 100 Kil. fördern. Der Karrenläufer kann ebenfalls 27,000 Met. in einer Schicht, in 300 Touren zu 45 Met., zurücklegen. Während der Karrenläufer diesen Weg zweimal macht, hat der Füller einen andern Karren beladen. Man muss in diesem Falle die ganze Förderlänge in Stationen von 45 Met. Länge theilen.

Die Abraumarbeiten bei dem Zinnseifenwerke zu Pentowan in Cornwall werden mit Laufkarren ausgeführt, die fast den erwähnten räumlichen Inhalt haben, und wenn man die für die Fortschaffung einer Cubikklafter Berge bezahlten Löhne mit der mittlern Entfernung und mit den im Lande üblichen Tagelöhnen vergleicht, so findet man, dass die tägliche Arbeit eines Karrenläufers in wenigstens 15 Cubikmeter, 45 Met. weit gefördert, beträgt. Der Abraum besteht dort hauptsächlich aus Quarzsand, der weit eher ein höheres, als geringeres specifisches Gewicht hat, als gewöhnliche Dammerde. Die Förderung erfolgt auf etwas geneigt liegenden Pfosten, und nach diesem Fallen werden auch die Stösse des Wassergrabens geführt. Uebrigens ist es auch ganz klar, dass, da ein grosser Theil von der Arbeit des Karrenläufers in seinem ei-

genen Gewichte besteht, es vortheilhaft sey, soviel als es die Kraft des Arbeiters und die Beschaffenheit des Bodens gestatten, den räumlichen Inhalt des Fördergefässes zu erhöhen, indem dessen Gewicht nicht im Verhältnisse der Grösse zunimmt.

Der Laufkarren wird fast bei allen Torfstichen und bei allen weniger bedeutenden offenen Steinbrüchen angewendet. Bei etwas grösseren Entfernungen bedient man sich zweirädriger, von einem Pferde gezogener Karren, und wenn die abzuräumenden und zu fördernden Massen bedeutend sind, so gebraucht man Wagen, die auf eisernen Schienen laufen.

Abraum mit Pferdekarren. Gewöhnliche Karren dieser Art, die mit einem mässig starken Pferde bespannt sind, enthalten gewöhnlich 5 Hectoliter (16 Cubikfuss) Erde. Bei guten Wegen und starken Pferden kann man den Karren auch einen räumlichen Inhalt von 8 Hect. (26 C. F.) geben. Das Füllen der Pferdekarren ist weit mühsamer, als das der Laufkarren, und man nimmt an, dass ein Arbeiter nicht mehr, als 12 Cubikmeter röllige Berge, in einer Schicht einfüllen kann.

Man nimmt ferner an, dass das Pferd im Durchschnitte, und indem es den beladenen und leeren Karren zieht, eine Strecke von 40 bis 50 Met. in der Minute zurücklegt. Zum Entleeren des Karrens, und um ihn wieder in Gang zu bringen, gebraucht man zwei Minuten.

Man kann für die Auffüller oder Häuer und Füller, sowie für die Pferde, 10 wirkliche Arbeitsstunden in einem Tage rechnen. Jedoch wird die Arbeitszeit des Pferdes durch die zum Beladen des Karrens erforderliche Zeit, die ein Viertel oder wenigstens ein Fünftel von der ganzen beträgt, unterbrochen, so dass das Thier nur 8 Stunden in Bewegung ist. Der ganze zurückgelegte Raum hängt von der Anzahl der Entleerungen ab, von denen jede 2 Minuten dauert. Nimmt man, z. B., an, dass die Erde 1000 Met. (265 preuss. Ruthen) weit gefördert werden solle, und dass das Pferd 8 Stunden in Bewegung sey, die beiden andern Stunden aber zum Vollfüllen des Karrens dienen, so würde es fast $\frac{2000}{45} = 44{,}44'$ gebrauchen, um die Strecke von 1000 Met. zweimal zu durchlaufen und $46\frac{1}{2}$ Minute, um die Tour, nebst dem Ausladen, zu machen. Es wird daher in der Tagesschicht 10 Touren machen und eine Strecke von 20,000 Met., halb mit dem beladenen und halb mit dem leeren Karren, zurücklegen. Man kann annehmen, dass ein einziger Arbeiter $\frac{10}{12}$ Stunden oder 50 Min. gebrauchen wird, um ein Cubikmeter Erde in den Karren zu füllen, oder 5 Minuten zu 1 Hectoliter ($\frac{1}{10}$ Met. $=$ 3,2 Cubikf.), und dass demnach die Dauer der Beladung eines jeden Karrens gleich ist, indem man mit N den räumlichen Inhalt desselben in Hectolitern, mit n die Anzahl der Füller bezeichnet, $5 \times \frac{N}{n}$ Minuten.

Endlich kann man zur Beladung eines Karrens höchstens 3 oder 4 Arbeiter anwenden. Nach diesen Daten richtet man den Abraum mittelst Pferdekarren vor, so dass die Füller stets beschäftigt sind, und dass zum Füllen eines Karrens nicht mehr als ein Viertel von der Zeit einer Reise desselben, hin und zurück, erforderlich ist. Der Karrenführer kann, während sein Pferd ruht, mit einfüllen helfen und wird daher als Füller gerechnet. Wird daher der Abraum 1000 Met. weit gefördert, so wird jede Reise dauern $\frac{2000}{45} + 2 = 46{,}44$ Minuten; die Dauer des Beladens von dem Karren darf höchstens ein Viertel von der einen Reise, d. h. $12\frac{1}{2}$ Minute, betragen.

Beträgt der räumliche Inhalt des Karrens 8 Hectoliter, so werden 3 Füller, die stets am Abraume sind, und der Karrenführer den Karren in $5 \times \frac{8}{4} = 10$ Minuten beladen.

Stellt man aber nur 2 Füller am Abraume an, so wird die Dauer der Ladung $5 \times \frac{8}{3} = 13$ Minuten seyn.

Nimmt man diese Zahl an, so macht der Karren täglich 10 Reisen. Damit aber die Füller fortwährend beschäftigt seyen, muss man eine solche Anzahl von Karren anwenden, die man erhält, indem man die ganze Dauer einer Reise mit der Dauer des Einfüllens dividirt. Auf diese Weise kommt ein leerer Karren in dem Augenblicke zu dem Abraume zurück, in welchem ein gefüllter abgeht. Es sind demnach bei 2 Füllern $\frac{46,44}{13} = 3\frac{1}{2}$ und bei 4 Füllern 7 Karren erforderlich.

Die Anzahl der Auffüller oder Häuer wird übrigens nach der Beschaffenheit und Consistenz der abzuräumenden Erde, wie bei'm Abraume mit Laufkarren, bestimmt.

Sollte bei dieser Förderstrecke von 1000 Meter die Förderung durch Laufkarren bewirkt werden, so wären 33 Karrenläufer und 1 Füller, im Ganzen 34 Arbeiter, erforderlich, um 15 Cubikmeter Abraum einzufüllen und fortzuschaffen.

Nehmen wir an, dass das Tagelohn eines Abraumarbeiters $1\frac{1}{2}$ Fr. (12 Sgr.) betrage, so werden sich die Kosten für das Cubikmeter Abraum auf $\frac{34 \times 1,50}{15} = 3$ Fr. 40 C. belaufen. Wendet man Karren von 8 Hectol. räumlichem Inhalt an, die durch starke Pferde geführt werden, so würden 7 Karren und 4 Füller hinreichen, um auf derselben Strecke $70 \times 0,8 = 56$ Cubikmeter Erde in einer Tagesschicht zu fördern.

Wenn die Erhaltung des Pferdes, des Karrens und das Lohn des Karrenführers 6 Fr. täglich kosten, so werden die täglichen Ausgaben seyn:

Für 7 Karren und deren Führer	42 Fr. — C.
für 4 Füller à $1\frac{1}{2}$ Fr.	6 - — -
	48 Fr. — C.

Die Kosten für 1 C. M. werden daher betragen $\frac{48}{56} = 0,857$ Fr.

Sind die Pferde schwach und die Förderwege schlecht, so dass man nur Karren von 5 Hectoliter Inhalt anwenden kann, so wird man durch die vorhergehenden Betrachtungen dahin geführt, die Anzahl der Füller im Verhältnisse der Karren zu vermindern. Demnach würden 2 Menschen, nämlich der am Abraume angestellte Füller und der Karrenführer, den Karren in $12\frac{1}{2}$ Minute beladen können, welches fast $\frac{1}{4}$ von einer Förderzeit auf 1000 Met. entspricht. Man würde demnach für 4 Karren einen Füller am Abraum und die helfenden Karrenführer haben.

Die 4 Karren würden stets 10 Reisen in der Schicht machen und nur 20 Cubikmeter 1000 Met. weit fördern. Die Füller und Förderkosten würden seyn:

Für 4 Karren und deren Führer à 6 Fr. . .	24 Fr. — C.
Für 1 Füller am Abraumorte	1 - 50 -
	25 Fr. 50 C.

Und für das Cubikmeter $\frac{25,50}{20} = 1,275$ Fr. Man kann die Kosten von 1,275 und 0,857 Fr. als die Gränzen ansehen, zwischen denen die Füller- und Förderkosten für 1 Cubikmeter Abraum mittelst Pferdekarren begriffen sind. Dazu kommen die Abraum- und Schmiedekosten für das Gezähe, welche letztere zu $\frac{1}{10}$ der ganzen Kosten angenommen werden.

Wir halten uns nicht bei der Bestimmung auf, bei welcher Entfernung die Laufkarren-Förderung wohlfeiler, als die mit Pferdekarren, ist. Diese stets sehr beschränkte Entfernung wird für jede Localität leicht zu bestimmen seyn.

Abraum-Förderung auf Eisenbahnen. Wenn auch die abzuräumenden Massen unbeträchtlich sind, so ist es doch sehr vortheilhaft, wenn sie 200 bis 300 Meter weit gefördert werden sollen, Eisenbahnen vorzurichten, auf denen Wagen laufen, die von Menschen gestossen oder von Pferden gezogen werden, und die einen Inhalt von 8 bis 20, ja selbst 30 Hectoliter haben, je nach dem Falle der Bahn, den Dimensionen der Schienen und der Leichtigkeit der Belastung.

Die Erdwagen haben im Allgemeinen kleinere Räder, als die gewöhnlichen Wagen der grossen Eisenbahnen, um das Einfüllen zu erleichtern. Die Kästen haben eine solche Einrichtung, dass sie um horizontale Zapfen drehbar sind, die den Achsen parallel, wenn die Berge nach Vorn und die senkrecht auf den Achsen stehen, wenn die Berge zur Seite verstürzt werden sollen. Man hat gewöhnlich bei dem Abraume beiderlei Wagen, um die Berge auf beiderlei Weise, vorwärts und seitwärts, verstürzen zu können.

Die Schienen, welche in der Form von den, gewöhnlich bei Eisenbahnen angewendeten, nicht verschieden sind, ruhen gewöhnlich in gusseisernen Stühlchen, die ihrerseits auf hölzernen Querschwellen befestigt sind. Die Figg. 9 und 10, Tafel 10, stellen zwei Wagen vor, deren Kästen nach Vorn, Fig. 10 und zur Seite, Fig. 9, umzukippen sind. Gewalzte Schienen, von denen das laufende Meter 14 bis 16 Kilogr. wiegt, die in Stühlen festgekeilt sind, welche 1 Meter auseinander liegen, sind vollkommen fest genug, um Wagen tragen zu können, die $1\frac{1}{2}$ Cubikmeter Erde zu fassen vermögen, und deren Gewicht ohngefähr 3000 Kilogr. beträgt. Weil bei Eisenbahnen dieser Art Curven mit geringem Halbmesser nicht zu vermeiden sind, so müssen die Achsen einander genähert werden, und man muss zu besondern Mitteln greifen, die wir beschreiben werden, wenn wir weiter unten in diesem Werke von der Strecken- und Tageförderung handeln. Wir bemerken nur noch, dass es durchaus nicht rathsam ist, platte gusseiserne Schienen mit Rändern anzuwenden, die Tram-roads der Engländer, weil in dieselben leicht Erde und Steinchen fallen, wodurch ein bedeutender Widerstand veranlasst wird, und weil sich diese Schienen weit schwieriger reinigen lassen, als die Kantenschienen von Stabeisen.

Fig. 12, Taf. 10 ist der Querdurchschnitt von einer Schiene der von Redruth in Cornwall von den Gruben bis zum Meere führenden Eisenbahn, auf welcher die Zinn- und Kupfererze gefördert werden, die man dann auf Kähnen nach den, in dem an Steinkohlen reichen Wales liegenden Hütten transportirt. Es sind diese Schienen 3 engl. Zoll (0,076 Met.) hoch, an den stärksten Stellen $1\frac{1}{8}$ Zoll (0,029 Met.) und in den doppelten Einschnitten in der Mitte der Höhe $\frac{7}{8}$ Zoll (0,022 Met.) breit. Die Höhe dieser Einschnitte beträgt $\frac{3}{4}$ Zoll (0,019 Met.).

Diese Schienen wiegen fast 14 Kilogr. das laufende Meter; sie liegen in Stühlen von Gusseisen, die 0,91 Met. voneinander entfernt sind. Die Stühle haben auf beiden Seiten der Wagen Vertiefungen, welche denen der Schienen entsprechen. Auf jeder Seite wird ein Keil eingetrieben, welcher die Schiene mit dem Stuhle verbindet. Jeder Stuhl wiegt 8 Pfd. (3,62 Kil.). Wenn die Schienen auf einer Seite abgenutzt sind, so können sie umgedreht werden.

Man kann, wenn man keine ordentlichen Schienen hat, einfache Flacheisenstäbe nehmen, die 7 bis 8 Cent. (2¾ bis 3 Zoll) breit und 2½ Cent. (1 Zoll) stark sind und sie, auf die Kante gestellt, mit dünnen hölzernen Keilen in gusseisernen Stühlen oder in Einschnitten in den Querschwellen befestigen. Jedoch kommen wir auf die Einrichtung der Schienenwege und der darauf angewendeten Wagen in dem von der Förderung handelnden Kapitel zurück.

Wir beschränken uns hier auf einige Beispiele, welche die Förderungskosten bei'm Abraume mit Schienenwegen nachweisen.

Bei der Anlage der Eisenbahn von Andrezieux nach Roanne hat man bei den Erdarbeiten kleine Wagen angewendet, deren Räder einen Durchmesser von 0,34 Met. (13 Z.) und deren Achsen einen von 0,04 Met. (1½ Z.) hatten. Die mit Haufen gefüllten Kasten trugen 1500 Kil. Erde, und die Wagen selbst wogen 300 Kil. Ein Pferd zog, auf einer Rampe von 5 Cent. Neigung auf das Meter, einen solchen Wagen und machte täglich 40 Reisen von 200 Met. Länge.

Auf der Eisenbahn von St. Etienne nach Lyon hat man Wagen angewendet, die 1,60 Cubikm. enthalten, das Gewicht der Ladung gleich 3000 Kil. und das des leeren Wagens gleich 1200 Kil. Ein solcher Wagen wurde auf einem Abhange von $\frac{1}{75}$ von einem Pferde gezogen, die Förderlänge betrug 1300 Met., welche 16 Mal hin und her zurückgelegt wurden. Der beladene Wagen ging durch seine eigene Schwere abwärts, so dass das Pferd nur den leeren Wagen aufwärts zu ziehen hatte. Der Transport von dem Cubikmeter Abraum, 1300 Met. (345 Ruthen) weit gefördert, kostete etwa 0,33 Fr. (3 Sgr.).

Bei dem Abraume des hangenden Gebirges, welches das Steinkohlenflötz von Lagrange bei Decazeville im franz. Aveyron-Depart. bedeckt, betragen die Kosten für das Abräumen und Fördern der Erde auf eine Strecke von 400 bis 500 Met. nicht mehr, als ½ Fr. (4 Sgr.) für das Cubikmet., lose gemessen. Die Kosten für die Vorrichtung der Eisenbahn, für die Construction der Wagen und ihren Unterhalt beträgt 10 Cent. auf das Cubikmeter. Die Wagen enthalten 2 Cubikmeter und werden durch Menschen gestossen. Der Abraum ist gewöhnlich thonig und dicht, zuweilen mit Schieferthon, der unmittelbar im Dache des Flötzes liegt, durchzogen. Die Gewinnung und das Einfüllen des Abraumes werden durch die Localität erleichtert, indem man denselben in einer Höhe von etwa 12 Met. am Gehänge eines Berges angreift, und indem die Wagen bis zu dem Stosse herankommen. Durch diesen Umstand hat man den Durchmesser der gusseisernen Wagenräder bis auf etwa 1 Met. erhöhen können. Die Schienen sind der Ausschuss von denen, welche zu der Bordeaux-la-Teste-Eisenbahn angewendet worden, und deren Gewicht etwa 20 Kil. auf das laufende Meter beträgt. Die Eisenbahn ruht auf dem Haldensturze, und die Entleerung der Wagen erfolgt an deren Ende, wo der Absturz 8 bis 10 Met. beträgt. Um das Ausstürzen zu erleichtern, legt man das Ende der Bahn auf ein Gerüst von Holz. Es besteht dasselbe aus langen Balken, deren eines Ende auf dem frischen Haldensturze, und das andere auf

geneigt stehenden Ständern ruht, die unten im Boden befestigt und oben in den Balken eingezapft sind. Diese Ständer sind ausserdem durch Kreuzbänder und die Langschwellen durch Querbänder verbunden. Auf den Schwellen liegen die Schienen, auf denen die Wagen bis zum Ende des Haldensturzes gestossen und dort ausgeleert werden, die einen nach Vorn zu, die andern seitwärts. Werden die vordern Ständer des Gerüstes von den Bergen umgeben, so rückt man es weiter vor. Es besteht vorn aus zwei Schienengleisen, in denen sich der einfache Schienenweg gabelt, damit die Förderung bei'm Vorrücken des Gerüstes nicht unterbrochen zu werden braucht.

Böschung, welche man dem Abraume und den Stössen der Tagebaue geben muss. Die Seitenwände oder Stösse tiefer Tagebaue müssen so geführt werden, dass deren Nachstürzen vermieden wird, indem dies die Abraum- und Gewinnungsarbeiten verhindern und eine Ursache bedeutender Gefahren für die Arbeiter seyn würde.

Die Tagebaue können in festem Gesteine oder in mehr oder weniger rölligem Gebirge geführt werden.

Im festen Gesteine können die Stösse seiger oder senkrecht gehauen werden, sobald die Felsarten massig sind, oder aus söhligen Schichten bestehen. Die Festigkeit ist alsdann vollkommen, mit Ausnahme der Zerstörungen, welche durch die Veränderungen der Gesteine in Folge der Einwirkungen der Luft herrühren. Diese Zerstörungen können aber nur bis auf eine geringe Tiefe eindringen und geben nur zu unbedeutenden Geröllen Veranlassung, deren Wirkungen nicht zu fürchten sind.

Besteht das Gebirge aus abfallenden Schichten, so muss man den Bau so vorrichten, dass zwei seiner Stösse senkrecht und die beiden andern parallel mit dem Streichen der Schichten sind. Drei Stösse können im Allgemeinen seiger gehauen werden, nämlich die beiden, senkrecht auf dem Streichen stehenden, und dann die, welche parallel demselben ist und den tiefsten Punct der durchschnittenen Schichten in den Massen des seitwärts befindlichen Gesteins lässt. Bei dem andern Stosse könnten, wenn er seiger wäre, die hangenden Schichten, deren Fuss in dem Tagebaue abgeschnitten worden sind, auf den liegenden gleiten, den Bau verschütten und böse Unglücksfälle herbeiführen. Es würde dies auch ganz unfehlbar dann der Fall seyn, wenn die verschiedenen Schichten, wie es sich häufig findet, keinen Zusammenhang untereinander haben. Man muss alsdann sehr vorsichtig seyn, und oft ist man genöthigt, den vierten Stoss nach der Ebene der Schichten selbst zu führen, so dass keine derselben am Fusse durchhauen worden ist. Man thut dies fast immer, wenn die Schichten ein starkes Fallen haben, welches 70 bis 80° übersteigt, wenigstens, wenn sie keinen starken Zusammenhang untereinander haben, denn im Gegentheile kann der Stoss ohne Nachtheil seiger geführt werden.

Wird der Tagebau in mehr oder weniger consistenter Erde oder in Thon geführt, so muss man den Stössen eine Böschung geben, deren Winkel nach der Beschaffenheit der Masse verschieden ist.

Man weiss aus der Erfahrung, dass der feinste lose Sand, wenn er mit der Schaufel aufgeworfen wird, eine Böschung annimmt, deren Basis 5 und deren Höhe 3 oder 4 ist, und dass thonige Erden, wenn sie ebenfalls ohne Cohäsion sind, eine Böschung von 5 Basis und 7 senkrechter Höhe bilden.

Bei'm Bergbaue, und wenn die Böschungen nicht lange zu stehen brauchen, darf man annehmen, dass die schlechtesten Erden, ohne Gefahr, und selbst bei der bedeu-

tendsten Höhe nur 45°, d. h., 1 Basis auf 1 Höhe zu ertheilen, erforderlich ist. Bei sehr thonigen Erden kann man eine Böschung annehmen, deren Basis 5 und deren Höhe 7 beträgt; ja in den meisten Fällen kann diese letztere Grenze ohne Nachtheil überschritten werden, weil jede Erde eine Cohäsion hat, und sie auf mehrere Meter Höhe, ohne Einbrüche, seiger abgestochen werden kann.

Ohne in Einzelnheiten über das Gleichgewicht der Erdmassen einzugehen, beschränke ich mich darauf, nur die hauptsächlichsten Grundsätze darüber mitzutheilen.

Wenn eine Erdmasse, die oben durch eine ebene, horizontale Oberfläche begränzt ist, auf den Seiten abgestochen wird, so wird der Schwere, welche ein Herabrollen veranlasst, durch die Reibung und die Cohäsion der Erde entgegengewirkt. Damit nun das Gleichgewicht hergestellt werde, muss man die Massen nach einer Böschung abschneiden, deren Winkel auf der senkrechten Ebene um so grösser ist, je geringer diese Widerstand leistenden Kräfte sind.

Man nimmt an, dass die Reibung dem Drucke proportional sey und die Cohäsion der Ausdehnung der in Berührung stehenden Oberflächen. Man kann durch weiter unten anzugebende Versuche für jede Erdart, das Verhältniss der Reibung zum Drucke, und die Cohäsion auf das Quadratmeter Oberfläche bestimmen.

Wenn man mit f das Verhältniss der Reibung zum Drucke der zu betrachtenden Erde, mit γ die Cohäsion auf das Quadratmeter Oberfläche, mit π das Gewicht des Quadratmeters Erde, mit h die senkrechte Höhe des in der Masse gemachten Schnittes, mit τ den kleinsten Winkel bezeichnet, den die Böschungsebene mit der senkrechten Ebene machen könnte, ohne dass das Gleichgewicht gestört wird, so zeigt man, dass der Winkel τ durch die folgende Gleichung bestimmt wird:

$$\text{tang}\,\tau = \frac{1}{f} - \frac{2}{f^2}\left\{\sqrt{\frac{2\gamma}{\pi h}\left(\frac{2\gamma}{\pi h} + f\right)(1 + f^2)} - \frac{2\gamma}{\pi h}\right\}. \quad (A).$$

Nimmt man in dieser Formel die Cohäsionskraft $\gamma = 0$ an, so reducirt sie sich auf

$$\text{tang}\,\tau = \frac{1}{f},$$

und der Winkel der stabilen Böschung ist unabhängig von der Höhe h des Stosses.

Es geht daraus ein leichtes Mittel hervor, den Werth von f durch die Erfahrung zu bestimmen. Man braucht nur die Cohäsion der Erde zu vernichten, indem man sie mit der Hacke wegnimmt und die Böschung, welche sie von Natur, in Folge eines grossen Niederrollens, annimmt, zu beobachten. Das Verhältniss f ist die Cotangente des Winkels, welchen die Böschung, die die lose Erde natürlich annimmt, mit der senkrechten Ebene bildet, oder die Tangente des Winkels zwischen derselben Böschung und der horizontalen Ebene. Man muss nur dahin sehen, dass der Versuch nicht zu sehr im Kleinen gemacht werde, und man muss daher entweder die natürliche Böschung messen, welche bedeutende herabrollende Erdmassen annehmen, oder den Winkel, welche ziemlich hohe Massen von Aufstürzungen machen.

Hat man den Werth von f bemerkt, so bestimmt man die Cohäsion γ, indem man die Grenze der Höhe zu bestimmen sucht, bis zu welcher die Massen, ohne nachzurollen, senkrecht abgestochen werden können. Nimmt man nämlich an, dass die Masse senkrecht abgestochen sey, so ist der Winkel τ der Formel (A) null. Man hat daher Tang. $\tau = 0$. Wenn nun dies der Fall ist, so kommt:

$$1 = \frac{2}{f}\left\{\sqrt{\frac{2\gamma}{\pi h}\left(\frac{2\gamma}{\pi h} + f\right)(1 + f^2)} - \frac{2\gamma}{\pi h}\right\},$$

Gleichung, welche im Verhältnisse zu γ aufgelös't, giebt:

$$\gamma = \frac{\pi h}{4\,(f + \sqrt{1 + f^2})}.$$

Hat man daher die grösste senkrechte Höhe h beobachtet, bis auf welche die Erde, ohne einzubrechen, senkrecht abgestochen werden kann, so erhält man die Cohäsionskraft auf die Oberflächeneinheit, wenn man, indem man das Gewicht des Erdprisma's, welches dieselbe Oberflächeneinheit zur Basis, und die beobachtete Höhe zur Höhe hat, mit der Zahl $4\ (f + \sqrt{1 + f^2})$, die bekannt ist, da f schon vorher bestimmt wurde, dividirt.

Nach den Beobachtungen Mehrerer, wechselt das Gewicht des Cubikmeters Erde von 1400 bis 1900 Kilogr., oder das des Cubikfusses von 90 bis 125 Pfund.

Die mittlern Resultate sind in der folgenden Tabelle enthalten:

Dammerde	1400 Kilogr.
Lockere Erde	1500 —
Thonige Erde	1600 —
Fetter Thon	1900 —
Erdiger Sand	1700 —
Reiner Quarzsand	1900 —

Feiner und trockner Sand ist von allen Erden diejenige, welche die stärkste Böschung annimmt. Dieselbe bildet mit dem Horizonte einen Winkel von 24 bis 25°, welches für den sich auf diese Materie beziehenden Werth von f fast *tang.* 35° = 0,70 giebt.

Für gewöhnliche trockne und feine Erde beträgt der natürliche Böschungswinkel mit dem Horizonte wenigstens 46° 50′,

$$F' = 46^0\ 50' = 1{,}066.$$

Wird dieselbe Erde etwas befeuchtet, so nimmt dieser Winkel zu und wird gleich 54°, welches giebt:

$$F = tang.\ 54^0 = 1{,}38.$$

Endlich hat bei der dichtesten und festesten Erde die natürliche Böschung 7 Höhe und 5 Basis, welches giebt:

$$f = \frac{7}{5} = 1{,}4.$$

Was nun den Werth von γ betrifft, so giebt es wenige thonige Erden, die nicht, ohne einzustürzen, auf 1 Met. Höhe senkrecht abgeschnitten werden könnten. Nimmt man daher für etwas thonige Erde an, dass das Cubikmeter 1500 Kil. wiege, dass $f = 1{,}38$ sey, und dass sie auf 1 Met. Höhe senkrecht stehen bleibe, so erhält man für die Cohäsion auf 1 Quadratmeter Oberfläche:

$$\gamma = \frac{1500}{4\,(1{,}38 + \sqrt{1 \times 1{,}38^2})} = 122 \text{ Kilogr.}$$

Die dichtesten Erden stehen bis auf 4 Met. Höhe senkrecht. Nimmt man nun das Gewicht eines Cubikmet. zu 1800 Kil. und f zu 1,4 an, so erhält man:

$$\gamma = \frac{1800 \times 4}{4(1,4 + \sqrt{1 + 1,4^2})} = 580 \text{ Kil.}$$

Die Werthe des Winkels τ, die verschiedenen Höhen und den Bedingungen $f = 1,38$, $\gamma = 122$ Kil. und $\pi = 1500$ Kil. entsprechen, sowie sie bei der gewöhnlichen Erde vorkommen, sind in der folgenden Tabelle vorhanden:

Senkrechte Höhe der durchschnittenen Erdmassen.	Geringster Böschungswinkel auf die senkrechte Ebene, für die Stabilität.	Verhältnisse der Basis zur senkrechten Höhe der Böschung.	Basen der Böschung, die den Höhen entsprechen.
Meter.			Meter.
1	0	0	0
1,50	6° 54′	0,121	0,18
2	10° 56′	0,193	0,39
2,50	13° 18′	0,236	0,59
3	15° 47′	0,283	0,75
4	18° 39′	0,337	1,35
5	20° 34′	0,375	1,87
10	25° 17′	0,472	4,72

Nimmt man für die dichtesten Erdarten ein specifisches Gewicht von 1800 Kil., eine Cohäsion von 580 Kil. auf das Quadratmeter Oberfläche und $f = 1,4$ an, so sind die Neigungen der stabilen, verschiedenen Höhen entsprechenden Böschungen die folgenden.

Senkrechte Höhen, in denen die Erdmassen abgestochen werden.	Geringste Böschungswinkel zur senkrechten Ebene.	Verhältniss der Basis zur Höhe der stabilen Böschung.	Basen der Böschungen, welche den Höhen entsprechen.
Von 0 bis 4 Met.	0	0	0 Met.
5 -	3° 49′	0,0667	0,33 -
6 -	6° 44′	0,1178	0,71 -
7 -	8° 58′	0,1577	1,10 -
8 -	10° 47′	0,1903	1,52 -
9 -	12° 78′	0,2178	1,96 -
10 -	13° 33′	0,2409	2,41 -

Wenn Erdböschungen lange Zeit stehen müssen, so wird die Cohäsion nach und nach durch den Regen, den Frost etc. zerstört, und die anfänglich stabile Böschung, hört auf, es ferner zu seyn. Sollen daher die Erdböschungen lange Zeit stehen, ohne dass sie durch eine Rasendecke oder eine Mauer gegen die atmosphärischen Einflüsse geschützt ist, so muss man die Cohäsion ganz unberücksichtigt lassen und den Böschungswinkel so annehmen, dass die Reibung zur Erhaltung des Gleichgewichts hinreicht. Da aber die zum Behufe der bergmännischen Tagebaue gemachten Abräume nur stets eine Zeit lang offen bleiben, so kann und muss man die Erde nach Böschungen durchschneiden, welche nach der Cohäsion verschieden ist. Zwar werden sie in

der Länge der Zeit nach und nach zersetzt, jedoch ohne bedeutende und für die auf der Sohle arbeitenden Bergleute gefährlichen Einstürze.

Strossenartige Stösse der Tagebaue. Man vermindert die Gefahr noch mehr, wenn man die Stösse mächtiger Erdmassen stufen- oder strossenartig zurichtet, so dass die senkrechten Wände durch horizontale Bänke getrennt sind, welche letztere als Wege für die Arbeiter und die Fördergefässe dienen, und auf denen sich zuweilen auch die von der Oberfläche niederfallenden Wasser sammeln, so dass sie nicht zu der Sohle der Baue gelangen. Wenn die Stösse auf diese Weise stufenartig eingerichtet sind, so ist es zur Erhaltung des Gleichgewichts nicht nothwendig, dass die obern Böschungen aller Strossen die Neigung haben, welche man der Böschung der Erde geben müsste, wenn sie nach einem gleichförmigen Fallen bis zur Sohle des Baues abgestochen worden wäre. Wollte man auf diese Weise verfahren, so müsste man zuviel Erde wegnehmen. Es ist aber hinlänglich, jeder obern Böschung die Neigung zu geben, die den Erdmassen zukommen würde, die nach einer gleichförmigen Böschung bis zur Sohle dieser Strosse weggenommen worden sind und die Breite der Strosse so einzurichten, dass die ganze abgeräumte Erdmasse, von der Oberfläche bis zur Sohle der Baue, dieselbe ist, als wenn die Stösse eine gleichförmige Böschung erhalten hätten.

Das folgende Beispiel wird zur Erläuterung des Obigen hinreichen. Wir wollen annehmen, man wolle die Erde mit 3 Met. seiger hohen Strossen abräumen, die durch horizontale Bänke getrennt sind. Es sey Fig. 1, Taf. 13, LM, die Oberfläche des Bodens; A, einer von den Rändern des Baues; AH die Seigerteufe desselben; Ah, hh', $h'h''$ etc., Tiefen von 3 Met. auf dieser allgemeinen Oberfläche. AB sey die Neigungslinie der Böschung, welche zur Stabilität der nach einer senkrechten Höhe von 3 Met. abgestochenen Erde hinreicht. Man geht daher zuvörderst bis auf eine Tiefe von 3 Met. bis zu der horizontalen Ebene hx nieder, indem man den Stössen die Böschung AB ertheilt. Um alsdann bis zur Sohle $h'x'$ niederzugehen, die 6 Meter unter der Oberfläche liegt, zieht man durch den Punct A die Linie $A\varrho$, welche die Böschung darstellt und zur Stabilität des 6 Meter tiefen Abraumes hinreichend ist. Wollte man die Erde nach einer Linie ϱz wegnehmen, indem man eine gleich Bz breite Bank in der Sohle von hx liesse, so würden die Bedingungen der Stabilität überstiegen werden; denn die Erde würde sich nach der fortlaufenden Böschung $Az\varrho$ erhalten, selbst wenn man die prismatische Erdmasse an ihrer Stelle gelassen hätte, welche das Dreieck ABz zur Basis hat, ein Prisma, welches jedoch weggenommen worden ist. Man kann daher der Bank eine geringere Breite geben, und die Böschungslinie ϱz, parallel mit sich selbst, nach bC zurückrücken, indem der Punct b in der Mitte der Entfernung Bz angenommen wird. Wenn aber b als die Mitte von Bz genommen, so wird die bis zur Oberfläche verlängerte Linie Cb die Linie AB in o, in gleicher Entfernung von den Puncten A und B, schneiden und folglich werden die beiden Dreiecken Bob und Aou untereinander gleich seyn. Die Erdmassen würden sich selbst halten, wenn sie nach der gleichförmigen Böschung, welche die Linie ubC andeutet, abgestochen worden wären. Sie würden auch dann noch stehen, wenn sie nach der gebrochenen Linie $CbBA$ abgestochen worden wären, weil man einerseits das Erdprisma wegnimmt, welches das Dreieck boB zur Basis hat und man andererseits das Prisma stehen lässt, welches das Dreieck Aou zur Basis hat. Der Druck der Erde auf die untere Kante C des Baues ist daher in beiden Fällen gleich, ebenso das Volum der abgeräumten Erde, und es sind daher die Be-

dingungen des Gleichgewichts ebenfalls genügend. Man bemerkt, dass die Entfernung $b z$, deren gerade Linie ϱz dahinter angegeben ist, gleich der horizontalen Entfernung $o q$ von dem Puncte o mitten auf AB, von der Böschungslinie $A \varrho$ von 6 Met. Seigerteufe, durch den Punct A geführt, ist. Um bis zur Sohle $h'' x''$ niederzugehen, zieht man die Linie $A \gamma$, nach dem mit der allgemeinen Böschung übereinstimmenden Fallen der auf eine Teufe von 9 Meter abgeräumten Erdmasse; man trägt den Theil $z' y$ dieser Linie, parallel mit sich selbst, auf eine Entfernung $c z'$, die der $b q'$ gleich ist, zurück, und es wird die gerade Linie $c D$ das Profil der Erdmasse seyn, welche zwischen den horizontalen Ebenen $h' x'$, $h'' x''$ und $C c$ liegt, die Breite der Bank in der Sohle $h' x'$ gelassen. Verlängert man die Linie CD bis zur Gebirgsoberfläche in u', so wird diese Linie durch den Punct b gehen, weil man $c z' = b q'$ genommen hat. Die beiden Dreiecke $u b u'$, $C b c$, werden gleich seyn. Die Erdmassen würden stehen, wenn sie nach der gleichförmigen Böschung $D c u'$, aber auch, wenn sie nach der gebrochenen Linie $D c C u$ abgeräumt worden seyn würden. Nun haben wir schon gezeigt, dass man auf die Höhe der 6 ersten Meter, statt des Durchschnittes $C u$, den Durchschnitt $C b B A$ nehmen könne; es werden daher die Erdmassen auch nach der gebrochenen Linie $D c C b B A$ stehen. Um bis auf eine Seigerteufe von 12 Meter, bis zur Sohle $H x''$ niederzugehen, zieht man durch den Punct A, die gerade Linie $A \delta$, unter dem Fallwinkel, welcher der Böschung der bis zur Teufe von 12 Meter abgeräumten Erde zukommt. Man sucht die Mitte o'' der Entfernung $D u'$, zieht die Horizontale $o'' q''$, bis dass dieselbe $A \delta$ trifft und trägt die Gerade $z'' \delta$ bis auf die Entfernung $z'' d = o'' q''$ zurück. $d E$ wird das Profil der zwischen die Sohlen $h'' x''$ und $H x'''$ weggenommenen Erde und $d D$ die Breite der horizontalen Bank seyn, die man in der Sohle $h'' x''$ lassen muss. Das Profil würde alsdann die gebrochene Linie $Ed\ Dc\ Cb\ BA$ seyn. Das ganze Volum der abgeräumten Berge würde dasselbe seyn, als wenn es nach einer fortlaufenden Böschung $E d u''$, welche der ganzen Höhe AH zukommt, abgestochen worden wäre. Eines Theils wird die Weite des Abraumes am obern Theile vermindert, welches nur vortheilhaft seyn kann; allein zur Ausgleichung hat man einen tiefern Theil der Erde wegnehmen müssen.

Uebrigens kann man das gebrochene Profil $Ed\ Dc\ Cb\ BA$ auf sehr vielfache Weise verändern. So kann man die Linie AB zurücktragen, so dass die oberste Stufe erweitert wird, z. B., nach $A' B'$ und die Linie $c D$ nach $c' D'$ vorrücken, so dass man $c c' = B B'$ hat. Auf diese Weise nimmt man das Erdprisma weg, welches das Parallelogramm $A A$, BB' zur Basis hat, und dessen Gewicht durch das Erdprisma ersetzt wird, dessen Basis das dem ersten gleiche Parallelogramm $c c' D' D$ ist. Oder man kann auch jede von der Linie $b C$, $c D$ um die Hälfte der Entfernung $B B'$, horizontal gemessen, vorrücken. Durch diese verschiedenen Combinationen wird die Breite der Bänke verschieden werden, wogegen die aufeinander folgenden Böschungen, sowie die abzuräumenden Erdmassen, dieselben bleiben.

Die obigen Betrachtungen können von Nutzen seyn, wenn die im Hangenden der Lagerstätten befindlichen Erdmassen sehr mächtig sind und eine nur mässige Cohäsion haben. Es ist dies bei einigen, in flachen Thälern vorkommenden Zinnseifen der Fall, die mit Schichten von sandiger Erde bedeckt sind, sowie auch bei gewissen Mühlstein-Steinbrüchen in den französischen Departements der Seine und Marne und der Marne u. s. w.

Beispiele von Tagebauen.

Abbau von fast söhlig liegenden Lagern, deren Ausgehendes an dem Abhange von Gebirgen hervortritt. Die Form der Baue hängt, wie wir schon bemerkt haben, von den Oberflächenverhältnissen der Gegend, sowie von der Form der Lagerstätte, ab. Wenn in Gebirgsgegenden die abzubauenden Lagerstätten über der Thalsohle liegen und an den Abhängen der Hügel oder Berge zu Tage ausgehen, so greift man sie durch das Ausgehende an, indem man das Liegende der Lagerstätte zur Sohle des Baues nimmt. Liegt dasselbe söhlig, oder etwas nach dem Thale zu geneigt, so fliesst das Wasser natürlich ab. Der Abraum wird sehr leicht ausgefördert und an dem Abhange des Gebirgs vor der Pinge aufgestürzt. Bei der Gewinnung benutzt man übrigens die Schichtungsklüfte und die übrigen natürlichen Spalten des Gesteins und gelangt auf diese Weise dahin, so bedeutende Massen abzulösen, die man dann nur zu scheiden und auszufördern braucht.

Auf diese Weise werden in der Umgegend von Tredegar und Merthyr Tydwill, in der englischen Provinz Wales, mehrere Tagebaue auf die gleichzeitige Gewinnung von Steinkohlen, von Sphärosiderit, von feuerfestem Thon und zuweilen auch von Kalkstein, der bei dem Hohofenbetriebe der dortigen Hütten als Zuschlag dient, betrieben. Der letztere gehört zum Kohlenkalksteine. Die gewöhnlich mässig mächtigen Steinkohlenflötze haben ein geringes Fallen und wechsellagern mit Schieferthonschichten, der als feuerfester Thon zur Anfertigung von Ziegelsteinen dient, sowie auch mit Bänken von Kohlensandstein und mit Schichten, welche den Sphärosiderit in Nieren enthalten. Gehen diese Lagerstätten an dem steilen Abhange eines Berges oder Hügels zu Tage aus, so beginnt man den Angriff mit einem Kohlenflötze, welches man mit einem ordentlichen Grubenbaue gewinnt, indem man demselben eine so breite Front giebt, als es die Oertlichkeit nur gestattet. Man bauet alle Kohle ab und hält das Hangende entweder mit hölzernen Stempeln, oder durch dünne Pfeiler von trocknem Mauerwerke, oder lässt an gewissen Puncten Pfeiler von Kohlen stehen. Ist man auf diese Weise so weit vorgegangen, als die Festigkeit des Hangenden es gestattet, so nimmt man von Hinten nach Vorn die Stempel oder Pfeiler weg, und lässt auf diese Weise das Hangende zu Bruche gehen, welches sich gewöhnlich durch einen fast seigern Riss von dem übrigen Gebirge ablöst. Aus dem Eingebrochenen klaubt man die Sphärosideritknollen heraus und setzt sie in Haufen auf, die, ehe sie zu den Hütten geschafft werden, eine Zeit lang den Einwirkungen der Luft ausgesetzt bleiben. Die unhaltigen Berge werden auf dem Abhange der Berge verstürzt und bilden vor den Tagebauen Halden, auf welche die Eisensteinhaufen regelmässig aufgestellt werden.

Hat das liegende Steinkohlenflötz feuerfesten Thon in der Sohle, so wird derselbe zuletzt, nachdem die Steinkohlen abgebauet und das zu Bruche gegangene hangende Gebirge abgeräumt worden ist, gewonnen. Bei Tredegar sah ich eine fast 80 engl. Fuss tiefe Pinge, welche auf diese Weise entstanden war.

Abbau schwach abfallender Flötze, die in einer Ebene zu Tage ausgehen. Wenn das Ausgehende in einer ebenen Gegend zu Tage kommt, so wendet man, bis auf eine gewisse Strecke, auch noch Tagebaue an, indem man dem schwachen Fallen der Flötze folgt und den Abraum auf demselben aufwärts fördert. Auf diese Weise bauete man bei Tredegar ein etwa 1 Meter oder $\frac{1}{2}$ Lachter mächtiges

Steinkohlenflötz ab, dessen Hangendes aus mehreren Eisensteinlagern bestand, die mit Schieferthon und Kohlensandstein wechsellagerten, so dass die ganze Mächtigkeit des zu gewinnenden Gebirges etwa 4 Faden *(fathoms)* — 7,31 Met. — betrug. Das Liegende ist eine Schicht feuerfester Thon. Jedes Quadratyard (0,836 Q. M.) gab fast eine Tonne (1000 Kil.) Steinkohlen und $1\frac{1}{2}$ Tonnen (1500 Kil.) feuerfesten Thon. Man förderte vom Hangenden etwa 144 Wagen voll Abraum weg, ehe man 2 Wagen voll Sphärosiderit, jeder mit einem Gewichte von 900 Kil., erhielt.

Um Stückkohlen zu erhalten, schrämten die Arbeiter in einer Schicht von mildem Schieferthon, im Dache des Kohlenflötzes. Nachdem darauf der durch das Eingehen des Hangenden los gewordene Abraum weggenommen und der Eisenstein ausgehalten worden war, wurde die Steinkohle abgebauet und dann der feuerfeste Thon. Die Arbeit geschah im Gedinge, und die Arbeiter erhielten:

Für 36 Ctr. à 112 Pfd. *avoir-du-pois* (1800 Kil.) Eisenerz, ausgehalten und in Haufen auf die Halde aufgesetzt, 12 Schill. (15 Fr. — 4 Thlr. Cour.).

Für die Tonne Steinkohlen $2\frac{1}{2}$ Schill. (3,15 Fr. — 25 Sgr. —), und für die Tonne feuerfesten Thon $1\frac{1}{2}$ Schill. (1,90 Fr. — $15\frac{1}{2}$ Sgr. —). Steinkohlen und Thon mussten zu einer, etwa eine engl. Meile (1600 Met., 850 pr. Ruthen) von der Grube entfernten, Hütte geschafft werden.

Berechnet man nun hiernach, dass ein Quadratyard eine Tonne Steinkohlen, $1\frac{1}{2}$ Tonnen feuerfesten Thon und ein Volum Eisenerz giebt, welches gleich $\frac{1}{72}$ von dem ganzen Volum des Abraumes ist, so erhält man folgende Resultate:

Eine Abraummasse von 1 Quadratyard Basis und von 7,30 Met. Höhe hatte einen räumlichen Inhalt von $0,836 \times 7,30 = 6,10$ Cubikmet., welcher $\frac{1}{72}$, d. h., 0,084 Cubikmet. Eisenstein gab, dessen Gewicht, im Verhältnisse von 2500 Kilogr. das Cubikmeter, etwa 210 Kilogr. betragen musste.

Dafür erhielten die Arbeiter	1,75 Fr.
1 Tonne Steinkohlen kostete	3,15 -
$1\frac{1}{2}$ Tonnen feuerfester Thon	2,75 -
Summa	7,65 Fr.
Davon müssen für die Förderung von $2\frac{1}{2}$ Tonnen Steinkohlen und Thon auf eine Strecke von 1600 Met. in Abzug kommen	0,50 Fr.
Bleiben	7,15 Fr.

Für diese Summe nahmen die Arbeiter 6,10 Cubikmeter Abraum weg, hielten den Eisenstein aus und gewannen im Tagebaue Steinkohlen und Thon, so dass also das Cubikmeter Abraum 1,17 Fr. kostet.

Tagebau auf sehr mächtigen Steinkohlenflötzen. Zu Decazeville im französischen Aveyron-Departement wird für das dortige grosse Eisenhüttenwerk ein sehr mächtiges Steinkohlenflötz, welches eine Reihe von Sätteln und Mulden bildet, deren Achsen etwas abfallen, abgebauet. Einer von diesen Sätteln des Flötzes geht am Fusse eines Berges zu Tage aus, der sich nach der Hütte hinabzieht und erhebt sich zu einer bedeutenden Höhe über der Thalsohle. Früher hat man in der Nähe des Ausgehenden von diesem wenigstens 20 Met. mächtigem Flötze sehr ausgedehnte und unregelmässige Grubenbaue geführt. Die beiden Flügel und der Sattel wurden selbst bis auf eine Teufe von 30 bis 40 Meter unter dem Stollen, der im Thale des kleinen Flüsschens Riou-Mort zu Tage ausgeht, abgebauet. Da sich der Sattel im Innern des

Berges weit über dessen Fuss und über die Sohle einer alten Förderstrecke erhebt, so entschied man sich 1838 auf meinen Rath dahin, das Flötz mit einem Tagebaue an dem Abhange des Berges anzugreifen. Seit der Zeit wird derselbe mit Erfolg betrieben und die Tonne Kohlen wird für $3\frac{3}{4}$ bis höchstens 4 Fr. gewonnen. Das hangende Gebirge ist wenigstens halb so mächtig, als das Flötz selbst. Das letztere wird in der Nähe des Ausgehenden, in dem jetzt abgebaueten Theile, von mächtigen Schieferthonbänken durchzogen. Endlich ist die Masse auch von alten Strecken, die zusammengebrochen und mit Bergen ausgefüllt sind, durchsetzt, und man kann annehmen, dass mehr als die Hälfte der Kohlen früher schon abgebauet worden ist.

Man kann aus dem schon erlangten Resultate, ohnerachtet dieser ungünstigen Umstände, folgern, wie sehr mässig die Bergbaukosten gewesen seyn würden, wenn man das Flötz vom Anfange an durch Tagebaue abgebauet hätte. Man fährt fort, in das Gebirge niederwärts zu gehen, bis dass die Mächtigkeit des abzuräumenden Hangenden wenigstens das Doppelte von der des Kohlenflötzes beträgt, und wenn der Bau hinreichend vorgerückt ist, so geht man unter die jetzige Sohle hinab, indem man die Steinkohle wegnimmt, die jetzt unter derselben und frei daliegt. Die beiden Stösse der Pinge könnten sehr zweckmässig mit einer geringen Böschung zugerichtet werden, weil, da der Bau nach der Achse des Sattels geführt worden ist, die Gebirgsschichten nach beiden Seiten nach dem Innern des Gebirges zu abfallen und sich nach der Pinge zu erheben.

Die abgeräumten Berge werden jetzt nach der Thalsohle gefördert, und zwar mittelst Wägen, die 2 bis $2\frac{1}{2}$ Cubikmeter fassen und durch Menschen auf Eisenbahnen gestossen werden. Die örtlichen Verhältnisse begünstigen sowohl die Gewinnung des Abraums, als auch das Einladen desselben und das Entleeren der Wagen. Das Cubikmeter Abraum mit einer 300 bis 400 Meter weiten Förderung kostet daher auch nur 50 Cent. (4 Sgr.).

Es giebt im südlichen Frankreich mehrere sehr mächtige Steinkohlenflötze, die nur in geringer Entfernung unter Tage liegen, und die daher grösstentheils weit wohlfeiler durch Tagebaue, als durch ordentlichen Grubenbau gewonnen werden können. Das Steinkohlenlager zu Commentry im Allier-Depart., das du Breuil zu Firmeny im Loire-Dep., waren und werden noch auf diese Weise sehr vortheilhaft abgebauet. Das Lager zu Firmy im Aveyron-Dep., dessen Mächtigkeit etwa 10 Met. (5 Lachter) beträgt, und welches im Allgemeinen 10 bis 15 Met. mit Dammerde oder mit Gebirgen von geringer Festigkeit bedeckt ist, hätte gar auf keine andere Weise gewonnen werden können.

Der Tagebau müsste auch bei sehr mächtigen Steinkohlenflötzen angewendet werden, selbst wenn die unmittelbaren Gewinnungskosten etwas bedeutender, als die eines Grubenbaues, seyn würden. Denn bei'm Tagebaue kann alles Kohl gewonnen werden, während bei'm Grubenbaue ein grosser Theil unabgebauet bleiben muss; man entgeht auch bei jenem der Nothwendigkeit, Stollen und Strecken offen zu erhalten, welches anfänglich sehr wenig, späterhin aber sehr viel kostet; endlich hat man auch keine selbst entstehenden Grubenbrände zu fürchten, die sich in zu Bruche gegangenen Bauen oft zeigen, und welche an den Puncten, wo sie sich zeigen, die benachbarten Baue oft unzugänglich machen; die nur mit kostbaren Mitteln erstickt werden können, häufig das ganze Grubenfeld ergreifen und zuweilen mit dem gänzlichen Ruin einer Grube endigen.

Bekanntlich werden die meisten Brüche von Bausteinen, besonders in Gebirgen, durch Tagebaue betrieben. Die Form der Baue und die Art und Weise des Angriffs von dem Gesteine hängen von der Form der zu gewinnenden Bänke, sowie von der Natur und Mächtigkeit der sie bedeckenden Erdschichten ab, und es lässt sich in dieser Beziehung gar keine allgemeine Regel aufstellen. Als Beispiel führe ich die Baue auf Gyps am Montmartre bei Paris auf. Dieses Gypslager, welches fast am ganzen Umfange des Hügels gewonnen wird, hat eine Mächtigkeit von 16 bis 17 Met. Sie hat anscheinend eine söhlige Lage und ist an mehreren Puncten bedeutend stark mit Erde, Mergel und Thon bedeckt. Die Verordnungen schreiben Denen, welche die Steinbrüche betreiben, vor, zwischen den Fronten der Masse oder der Stösse, die seiger gehauen sind und den angrenzenden Besitzthümern eine söhlige Entfernung von 10 Metern zu lassen, und auch ausserdem ein Meter auf das Meter der Mächtigkeit der im Dache liegenden Massen. Demnach kann man diesen 45° Böschung geben, ohne damit die anliegenden Besitzungen zu erreichen. Dennoch ist diese Entfernung, wegen Beschaffenheit der das abzubauende Gestein bedeckenden Schichten, nicht immer hinreichend gefunden. In 7 bis 8 Meter Teufe unter Tage findet sich eine Thonschicht, auf welcher das Regenwasser fliesst, welches die obern Schichten durchsickert hat, und welches nicht allein die Brunnen am Montmartre speiset, sondern ehedem auch in zahlreichen Quellen zu Tage auslief. Da, wo jene Thonschicht ein deutliches Fallen nach den offenen Steinbrüchen hat, sind die obern Massen auf ihr gerutscht, und diese Bewegungen des Terrains haben sich oft weit über die vorschriftsmässige Grenze ausgedehnt.

In Ebenen und auf dem Grunde niedriger Thäler wird der Tagebau schwieriger durch die Fortschaffung der sich am Tiefsten derselben sammelnden Wasser; der Abraum und die Förderung desselben, sowie die der abzubauenden Substanzen, ist auch theurer, als in gebirgigen Gegenden.

Gestatten es die Localverhältnisse, so lässt man gewöhnlich an der einen Seite des Steinbruches eine so schwach ansteigende Rampe, dass die Karren herunter gehen können. Die andern Seiten werden im festen Gesteine seiger gehauen, oder erhalten nach der Stabilität der Erde die erforderliche Böschung, oder, besser noch, man macht sie bankartig. Hat die Lagerstätte eine grosse Erstreckung, so sucht man sie erst an einem Puncte rein abzubauen, den man darauf mit dem Abraume verschüttet, welchen man an einem andern und neuen Puncte des Baues gewonnen hat.

Das Wasser sammelt man in einem Sumpfe, den man am tiefsten Puncte des Steinbruchs anbringt, und von wo man es durch Pumpen zu Tage fördert. Bestehen die Wände aus Bänken, so kann man die hinzufliessenden Wasser in Sümpfen, die auf den verschiedenen Bänken angebracht worden sind, vereinigen und sie auf diese Weise verhindern, dass sie einem tiefern Niveau zufallen.

Ist die Lagerstätte nicht sehr ausgedehnt, sondern besteht sie aus mehreren ähnlichen, die als benachbarte Stocke erscheinen, so füllt man gewöhnlich die eine Pinge mit dem von der andern herrührenden Abraum aus. Diese Methoden sind übrigens so einfach, dass es hinreichend seyn wird, nur eine geringe Anzahl von Beispielen anzuführen. Den Torfstichen aber widmen wir wegen ihrer Wichtigkeit und wegen der eigenthümlichen Umstände, welche sie darbieten, einen besondern Artikel.

Dachschieferbrüche in der Umgegend von Angers. — Dieselben liegen östlich von dieser Stadt, längs der Strasse von Saumur, auf einer Reihe von Schieferschichten, welche eine Gesammtmächtigkeit von 4 bis 5000 Met. haben, und die

etwa 20° von W. nach N. streichen. Im Jahre 1841 waren 14 Steinbrüche im Betriebe, deren jährliche Production sich auf 120 Millionen Dachschiefern belief, deren Werth 2 Millionen Franken betrug. Die Schichten fallen seiger, oder unter einem Winkel von 75 bis 80°, gewöhnlich nach N., ein, Fig. 2, Taf. 11, *MN*. Die Absonderung fällt mit der Schichtung zusammen, wie es die plattgedrückten Abdrücke der Ogygien zeigen, welche man häufig zwischen den Schieferschichten findet. Die Schiefermasse ist ihrer ganzen Richtung nach von mehreren Systemen von Spalten oder Klüften durchschnitten, welche jedes durch mehrere besondere Umstände charakterisirt ist. Diese Störungen sind nach Vorkommen oder Beschaffenheit für die Gewinnung nützlich oder nachtheilig. Man unterscheidet: 1) die sogenannten *Torsins*, Spalten von zuweilen 10 Met. Mächtigkeit, die mit zerbröckeltem Schiefer ausgefüllt sind, der zur Gewinnung nicht brauchbar ist. Die beiden Wände dieser Kluft sind wellenförmig; allein im Allgemeinen sind sie eben und durchsetzen und verwerfen die Schieferschichten. 2) Die sogenannten *Erusses*, Spalten, deren Wände keinen Zusammenhang haben, und die daher Brüche veranlassen, *M, M*... Fig. 1 und 3, Taf. 11. 3) Die sogen. *Chauves*, Rutschspalten, vielleicht auch Schichtungsklüfte, welche mit den Absonderungs- u. Schichtungsebenen zusammenfallen, *MN*, Fig. 2. 4) Die sogen. *Chats* oder *Cors de chats*, schmale Gänge von milchweissem Quarz, die zuweilen einen Verein von Trümmern bilden und dadurch die Masse sehr fest, aber ungewinnbar machen; sie laufen entweder mit der Schichtung parallel, oder durchsetzen sie unter einem sehr spitzen Winkel. Diese Hauptstörungen haben eine sehr grosse Ausdehnung und erstrecken sich häufig aus einem Bruche in den andern. Es giebt aber noch andere, geringere Spalten, die man mit der allgemeinen Benennung *Délits* bezeichnet. Alle zu einem Systeme gehörigen Spalten, Rücken (*Failles*) oder Gänge, laufen einander parallel und oft sehr nahe. Ihr Studium würde sehr wichtig seyn; allein es mangelt den Beamten der Brüche an allgemeinen Kenntnissen dazu.

Diese Schieferbrüche gehören verschiedenen Gesellschaften, und der technische Betrieb eines jeden liegt in den Händen zweier Aufseher oder Steiger, von denen der eine (*clerc d'à bas*) die eigentlichen Brucharbeiten, und der andere (*clerc d'à haut*) die Arbeiten an der Oberfläche leitet. Ebenso werden die Arbeiter auch in eigentliche Brucharbeiter (*ouvriers d'à bas*) und in Tagearbeiter (*ouvriers d'à haut*) getheilt, von denen die letztern die Schiefern theilen und sie formen. Soll ein neuer Schieferbruch angelegt werden, so zieht man die alten Brucharbeiter (*Perréieurs*) zu Rathe, und wenn eine Stelle gewählt ist, so beginnt man die Arbeiten sogleich nach einem grossen Maassstabe; selten lässt man Versuchsarbeiten vorausgehen, wodurch sehr bedeutende Missgriffe veranlasst worden sind. Nachdem die Dammerde und der von der Zersetzung des Schiefers herrührende Thon, der oft eine bedeutende Mächtigkeit hat, abgeräumt worden sind, Fig. 3, greift man das Gestein mit 3 Meter hohen Strossen, oder treppenartig an, wie die Figg. 2 und 3, Taf. 11 zeigen, so dass eine länglich viereckige Vertiefung entsteht. Die beiden senkrecht auf dem Streichen des Schiefers stehenden Wände (die sogen. *chefs*, *chef du levant* und *chef du couchant*) macht man seiger. Auf den festesten von diesen Stössen errichtet man hölzerne Gerüste, welche die Scheiben tragen, über welche das Förderseil geht, sowie auch eine Brücke, die hinten auf einer Mauer von trocknen Steinen aufliegt. Diese Mauer hat den Zweck, den dahinter hoch aufgestürzten Abraum, Fig. 2 und 3, zu halten.

Auf dieser Halde sind die Göpel *A*, *B* und *C* oder Dampfmaschinen aufgestellt. Die Gerüste gewähren nicht immer die erforderliche Sicherheit, so dass 1842 das mit *A* bezeichnete einstürzte und mehrere Menschen und ein Pferd tödtete. Man beginnt mit einem Schlitze oder einem sogenannten Eingewinne, welches man mit der in Fig. 13 dargestellten Spitzhaue *(pointe)* macht. Man erweitert diesen Schlitz zu einem Graben von 1 Met. Breite, Fig. 2, und gewinnt den Schiefer zu beiden Seiten, und zwar so, dass der Bruch stets mehrere Strossen hat, auf denen jeder Arbeiter angestellt werden kann. Um die Bänke oder Strossen herein zuschlagen, hauet man nach dem Klüften des Gesteins mit der Spitzhaue eine Reihe von Schlitzen, in welchen man einen Keil *(quille)* anbringt, und zwar so, dass 20 bis 25 Keile auf eine Länge von 8 bis 10 Meter kommen. Bei jedem Keile steht ein Arbeiter, so dass alle in einer Linie stehen und mit einem schweren Fäustel taktmässig auf die Köpfe der Keile schlagen. Der Schiefer spaltet und die Keile sinken in den Spalt, worauf man eine neue Reihe von Keilen aufsetzt, und auf diese Weise 5 oder 6 aufeinander. Unten am Fusse bricht das Gestein und stürzt um. Wenn das Fallen des Schiefers so ist, dass er nicht durch sein eigenes Gewicht umfallen kann, so bringt man in die Spalten die mit Helmen versehenen, *béquilles* genannten und in Fig. 8 dargestellten Werkzeuge, und zwar so, dass das eine Ende gegen die umzustürzende Schiefermasse drückt, das andere sich aber gegen das Ende einer Brechstange oder eines Hebels stützt, den man *houlette* nennt, und der in Fig. 6 abgebildet ist. An demselben wuchten, mittelst eines, an dem obern Ende angebrachten Seils, 10 bis 15 Menschen. Die Länge des mittelst der Keile losgetrennten oder eingeeis'ten *(enferré)* Blocks wird durch die natürlichen Spalten *(délits)* bestimmt, und seine grösste Dicke beträgt 1 Meter. Um die Lostrennung der Bänke an den senkrechten Stössen zu erleichtern, hauet man dort einen Schlitz *(tranche)*, dessen Verlängerung den Stössen die Regelmässigkeit giebt, welche man in Fig. 1 und 3 bemerkt. Die horizontalen Streifen auf Fig. 2 deuten die Spur einer jeden Strosse an den Stössen an. Seit einiger Zeit wendet man mit Vortheil das Sprengen zur Erleichterung der Gewinnung an. Wenn demnach eine Bank eingeeist ist und die Wirkung der Keile einen langen Spalt veranlasst hat, so bringt man am Fusse der Strosse zwei oder drei Bohrlöcher an, die man auf einmal wegthut, und wodurch das Gestein unten abgerissen wird. Jedoch lösen sich die Bänke unten nie scharf ab, sondern es bleiben Stückchen von Gestein stehen, die man *écots* nennt, u. die man mit der Spitzhaue wegnimmt.

Wenn eine Bank gewonnen ist, so theilt man sie mittelst des Eisens *(fer)*, Fig. 16 und des Bohrers *(alésoir)*, Fig. 19 und 18, die man zwischen die Schieferklüfte treibt, wobei man die Keilhaue *(pic)*, Fig. 10, oder die Spitzhaue *(pointe)*, Fig. 13, als Hämmer anwendet. Jede Platte wird in hinlänglich kleine Stücke getheilt, so dass man sie handhaben kann, und man bedient sich dabei der Keilhaue oder eines eigenthümlichen, *carnoir* genannten, Meissels, Fig. 15. Die Stücke werden dann in die Kästen *(bassicots)*, Fig. 4, 5 und 6, geladen und nach der Oberfläche gefördert. Im Anfange des Betriebes von einem Steinbruche nimmt man die Kästen am Fusse des seigern Stosses auf einen Wagen, der auf einer kleinen Eisenbahn steht und führt ihn zu den verschiedenen Puncten des Steinbruches. Wenn aber der Bruch schon eine gehörige Tiefe erreicht hat, so leitet man sie mittelst Seile, die quer über den Bruch gespannt sind, so dass sie von selbst zu den verschiedenen Ladungspuncten gelangen.

Die Scheiben des Göpels stehen am Ende eines Vorsprunges am Ende der Brücke, welche hier einen so grossen Einschnitt hat, dass die Fördergefässe durchgehen können, allein kleiner, als die obere Bahn für die Förderkarren. Wenn der Kasten über die Brücke emporgehoben worden ist, so schiebt man den Karren vor, setzt jenen darauf, der nun sofort nach den Werkstätten gefahren wird, wo die Schiefern angefertigt werden, und die um den Bruch herum, auf der Abraum-Halde angebracht worden sind. Zuweilen ersetzt man diese Einrichtung durch einen Rollwagen, auf welchen der Karren geschoben, und der durch das Zurückgehen des Pferdes unter den Kasten gestossen wird.

Wie schon bemerkt, sind die beiden Seitenstösse stets seiger gehauen; wogegen die Längenwände aus mehr oder weniger breiten Strossen bestehen, jenachdem der Schiefer fest ist. Man verlässt den Steinbruch, wenn die obern Theile durch die Wasser-Infiltrationen angegriffen worden sind und zu häufigen Brüchen Veranlassung geben, oder wenn der Bruch zu eng geworden ist, so dass er nicht mehr mit Vortheil betrieben werden kann. Die Tiefe beträgt oft 100 Met., und vor einigen Jahren wurde einer erst in 140 Met. Tiefe aufgegeben. Neuerlich hat man es, um den Abraum einer zu mächtigen Decke von taubem Gesteine und die Vorsetzung von drei Dampfmaschinen zu vermeiden, mit Vortheil versucht, die Schieferbrüche unterirdisch durch ordentlichen Grubenbau zu betreiben. Dieselben haben alsdann, jedoch nach einem geringern Maassstabe, ganz die Einrichtung eines Tagebaues. Ein solcher Bau bildet eine grosse, 40 Meter lange, 25 Met. breite und 30 Met. tiefe Weitung, mit einer fast flachen, in der Mitte 30 Met. starken Förste; sie wird durch Gas erleuchtet.

Die Verarbeitung des Schiefers geschieht in freier Luft, auf der den Bruch umgebenden Halde. Gegen Wind und Rahmen schützen sie sich durch leichte Strohhütten, die sie nach der Richtung des Windes stellen. Eine Werkstatt besteht gewöhnlich aus 3 Menschen, nämlich aus zwei Spaltern und einem Lehrlinge, welche sich in die verschiedenen Theile der Arbeit theilen. Die erste besteht darin, die aus dem Steinbruche genommenen Blöcke in sogenannte *répartons* oder 2 bis 3 Cent. dicke Stücke zu zertheilen, welche einigermaassen die Form und die Dimensionen der verschiedenen Arten von Schiefern haben. Der Arbeiter bedient sich zu dem Ende des grossen Meissels (*gros ciseau*), Fig. 20, und eines hölzernen Schlägels. Das zu zertheilende Schieferstück hält er zwischen den Beinen. Um den Réparton in Schiefern zu zertheilen, nimmt ihn der Arbeiter zwischen seine Füsse, die mit grossen Socken bekleidet sind und zwischen die mit Lumpenkissen bekleideten Beine, und auf den frischen Bruch setzt er einen flachen, dünnen, *dougé* genannten Meissel, Fig. 17, zwischen eine Schieferkluft, die durch Streifen auf dem Bruche sehr gut angedeutet sind, schlägt mit einem kleinen hölzernen Schlägel leicht darauf und veranlasst einen Bruch, den er durch den Meissel vergrössert. Geschickte Spalter theilen den Réparton in so dünne Schiefern, dass es erforderlich ist, ihnen eine gewisse Grenze zu bestimmen. Darauf werden die Schiefern auf einem hölzernen Blocke, der auf der Kante mit einer eisernen Schiene versehen ist, *chaput* heisst und in Fig. 14 abgebildet ist, zurechtgehauen. Der Arbeiter legt die Schiefern flach auf den Block und mit dem *doleau*, einer Art Haumesser, das mit einem hölzernen Griffe versehen ist, wird die Kante abgehauen. Mit den Einschnitten, welche das Werkzeug enthält, misst er die Schiefern und giebt ihnen dann die erforderlichen Dimensionen. Man fertigt in den Brüchen bei Angers neun verschiedene Sorten von Schiefern, mit verschiedenen Dimensionen, an.

Sehr grossartig sind die Dachschieferbrüche bei Bangor in der engl. Provinz Wales, über welche Prof. Schneider zu Braunschweig, in den Mittheilungen des dortigen Gewerbevereins von 1843 sehr gute Nachrichten mittheilt.

Die Mühlsteinbrüche im Depart. der Seine u. Marne und der Marne. Die Mühlsteine zu La Ferté-sous-Jouarre, Montmirail und Epernay sind gewöhnlich nur mit 3 bis 4 Met. mächtigen Sand- und Thonschichten bedeckt, unter denen sie in horizontalen Lagern vorkommen. Bei Tartarel, unweit La Ferté, sind sie dagegen 12 bis 18 Met. hoch bedeckt. Man untersucht daher erst, ob das Mühlsteinlager, welches keine zusammenhängende Bänke, sondern mehr oder weniger ausgedehnte Massen mitten in dem Sande und ockrigen Thone bilden, hoch oder nicht hoch bedeckt sey. Zu dem Ende macht man vorher mehrere Bohrungen mit einer einfachen eisernen Stange, die in eine Spitze endigt, und die man mit Hammerschlägen in den Sand eintreibt. Gelangt man in einer Tiefe von 20 Met. auf kein Mühlsteinlager, so setzt man das Bohren an diesem Puncte nicht weiter fort. Findet man es aber, so macht man in der Nachbarschaft zwei oder drei neue Löcher, und wenn man sich von der Continuität der Masse überzeugt hat, so schreitet man zum Abraume des Sandes. Zu dem Ende giebt man den Wänden des Bruchs eine strossenartige Form, macht jeden Strossenstoss 6 Met. hoch und giebt ihm die erforderliche Böschung, um sein Eingehen zu vermeiden. Der Abraum wird in den nächsten verlassenen Bruch gestürzt. Auf jeder Strosse wird eine Rinne gemacht, welche das Wasser an das eine Ende führt, wo es von einer Pumpe, oder von irgend einem andern Mechanismus aufgenommen und auf eine höhere Strosse gefördert wird. Zu dem Gesteine gelangt, untersucht der Arbeiter es zuvörderst und verzeichnet alsdann auf einem Theile desselben, welcher keine Fehler hat, eine Peripherie, deren Halbmesser dem des Mühlsteins gleich ist. Darauf hauet er mit der Spitzhaue einen kreisrunden Schlitz, dessen senkrechte Tiefe der Stärke, welche der Mühlstein haben soll, gleich ist. Nachdem darauf der senkrechte Umfang der Walze befreiet worden ist, bleibt noch seine Basis frei zu machen übrig. Man macht daher rings um dieselbe einen 0,45 bis 0,50 Met. (18 bis 20 Zoll) tiefen Schram, der in einer horizontalen Ebene liegt. Darauf bringt man in diesen Schram an mehreren, fast gleich weit voneinander entfernten Puncten Keilpaare, die übereinander liegen; an und zwischen dieselben treibt man einen dritten längern. Man schlägt vorsichtig auf die Köpfe der letztern und trennt auf diese Weise den Mühlstein von seiner Grundfläche ab.

Der gewonnene Mühlstein wird nun aus seiner Höhlung fortgeschafft, zu welchem Zwecke an der einen Seite eine Rampe oder eine geneigte Ebene angebracht wird, auf der man ihn mittelst Rollen und eines durch eine Erdwinde oder blos durch Menschenhände bewegtes Seil herauszieht.

Ein solcher Mühlstein, von 6 Fuss Durchmesser und 14 Zoll stark, kostet den Steinbruchsunternehmern 185 bis 200 Fr. Man macht sie aber nicht alle aus einem Stücke, sondern gewöhnlich aus mehreren behauenen Stücken, die durch einen eisernen Reif miteinander verbunden und deren Fugen mit Gyps ausgegossen sind. Diese einzelnen Steine, von denen 36 bis 40 zu einem einzigen Mühlsteine erforderlich sind, haben gewöhnlich eine Länge von 14 bis 16 Zoll, eine Breite von 8 bis 9 und eine Stärke von 6 bis 7 Zoll.

Gewinnung stockförmig und in Butzen vorkommender Erze. — Die mächtigen Eisenerzlagerstätten in Skandinavien, an einigen Puncten des Harzes, auf

der Insel Elba etc. werden auch durch sehr grossartige Tagebaue gewonnen. Ebenso das sogenannte Bohnerz, welches häufig ganz nahe an der Erdoberfläche, entweder in ziemlich regelmässigen Lagern, oder unregelmässigen Höhlungen im Kalksteine, unter der Dammerde ausfüllend, vorkommt, so, z. B., sehr häufig in den französ. Landschaften Berry und Nivernais. Nachdem man sich von dem Vorhandenseyn des Erzes überzeugt hat, räumt man die darauf liegende Dammerde ab, stürzt sie in eine benachbarte Pinge und gewinnt das Eisenerz durch strossenartig vorgerichteten Tagebau, wobei gewöhnlich nur die Schaufel, oder Kratze und Trog angewendet werden.

Im Sommer hindern die Wasser wenig, weil sie zum Theil durch die Spalten des Kalksteins abfliessen, und man treibt daher gewöhnlich nur während dieser Jahreszeit den Bergbau, während in der regnigten Jahreszeit die gewonnenen Erze gewaschen werden. Zu dem Ende schafft man sie zu einer alten, mit Wasser angefüllten Pinge, schöpft mit einer Schaufel oder mit einem, an einem Schwengel hängenden Eimer das zum Waschen erforderliche Wasser heraus, welches darauf in das Loch zurückfliesst und den Lehm, womit das Erz umgeben ist, mit sich nimmt, der jenes dann theilweis ausfüllt.

Die Bohnerz-Tagebaue von Poisson, im Depart. der Obern Marne, sind 50 Met. tief; sie werden in einem Kalksteingebirge mit horizontalen Schichten betrieben. Die Wände der Pinge sind sehr fest und daher seiger gehauen. Das Wasser findet in den Klüften des Gebirgsgesteins einen natürlichen Abfluss.

Zinnerz-Seifenwerke. Man findet diese Art der Gewinnung in mehreren Thälern von Cornwall, sowie in einigen Thälern des sächsischen Erzgebirges.

In Cornwall liegen die wichtigsten Seifenwerke (*streamworks* im Engl.) in einem Thale, welches am Hafen von Pentowan unweit St. Austle in's Meer ausläuft. Der Thalboden enthält Alluvialschichten, die hauptsächlich aus Sand und Thon bestehen und auf dem Killas oder der Grauwacke aufliegen, welche die benachbarten Gebirge bilden. Die untern Theile dieses Absatzes enthalten Geschiebe von reinem Zinnoxyd (Zinnstein), und andere Geschiebe enthalten den Zinnstein eingesprengt. In einer von diesen Seifen ist das Alluvium 5 bis 6 Faden (*fathoms*) oder 30 bis 36 engl. Fuss mächtig. Die Sandschicht, welche die zinnhaltigen Geschiebe enthält und 4 bis 5 Fuss mächtig ist, bildet die untern Theile des Alluviums; die obern Schichten enthalten überhaupt kein Erz.

AR, Fig. 3, Taf. 13, ist das fliessende Wasser, welches auf die eine Seite des Thales abgeleitet und sorgfältig eingedämmt worden ist. *BCDE* ist die Pinge, von denen drei Seiten mit Strossen von 1½ bis 2 Fuss Höhe vorgerichtet worden sind. Die vierte Seite besteht aus der natürlichen Böschung des Abraumes, der von dem frühern Seifenbetriebe herrührt.

Mitten in diesem Abraume ist ein Schacht *P* befindlich, dessen Tiefstes aus einem Sumpfe besteht, in welchem sich das Wasser sammelt, welches längs der Pinge herabläuft. Es dient zuvörderst zum Waschen des Erzes und wird dem Sumpfe durch eine Rösche zugeführt, die unter dem Abraume durchgeht und mit trockenen Steinen ausgesetzt worden ist. Dies Wasser wird aus dem Sumpfe *P* durch Pumpen ausgefördert, die durch ein Wasserrad getrieben werden, das seine Aufschlagewasser von dem Wasser *AR* erhält.

Der Abraum wird fortgesetzt, indem man dem Wassergraben aufwärts folgt, und zu gleicher Zeit gewinnt man auf dem Boden des Seifenwerks den zinnhaltigen Sand.

Der Abraum wird mittelst Laufkarren von dem Ende *BE* nach dem Ende *CD* gefahren, wo man ihn aufstürzt. Die Karren können auf den Strossen geführt werden, die zu dem Ende mit Pfosten (Bohlen) belegt sind. Man hat auf den Strossen auch Rinnen (sogenannte Wasserseigen) angebracht, welche das die Wände herabfliessende Wasser aufnehmen, die Zerstörung der Stösse verhindern und das Wasser dem tiefsten Puncte der Seife zuführen, wo sie in einen oben offenen, grossen hölzernen Kasten fallen, in welchen man den zinnhaltigen Sand wirft. Man rührt denselben in dem fliessenden Wasser um, so dass es die tauben Substanzen wegführt und die Zinnsteinstückchen zurücklässt. Die tauben Substanzen werden von dem Wasser in Bassins, durch welche dasselbe fliesst, zurückgelassen, worauf es durch die Rösche dem Sumpfe zufällt. Die in dem Kasten zurückgebliebenen Stücke werden in derbe und in solche Stücke geschieden, welche gepocht und von Neuem gewaschen werden müssen. Auch bei der Gewinnung selbst wird diese Scheidung schon vorgenommen. In dem Maasse, als das Seifenwerk das Thal aufwärts rückt, führt man die Rösche oder den Wasserlauf, welcher das Wasser, womit die Wascharbeit verrichtet worden ist, dem Sumpfe zuführt, unter dem Abraume weiter fort. Zu seiner Aufführung gebraucht man die grössten tauben Geschiebe, die in den untern Schichten der Ablagerung vorkommen.

Die abgeräumte Erde wird mit Schiebkarren etwa 150 Faden weit geführt. Auf 1 Cubikfaden gehen ohngefähr 130 Karren.

Einige von den alten Seifenwerken Sachsens und Böhmens lagen an dem sehr flachen Abhange von Hügeln, wesshalb man das Wasser, mit welchem die Wascharbeit verrichtet worden war, nicht zu heben nöthig hatte, indem es von selbst den untern Theilen des Seifenwerks zufiel.

Gewinnung des Torfs oder Betrieb der Torfstiche.

Entstehung des Torfes. Torf ist ein Absatz von Pflanzen, der mit ganz neuen Formationen und am Häufigsten mit einer schwachen Sandschicht, mit Geschieben und mit Dammerde bedeckt ist. Der Torf kommt von der Zersetzung der Pflanzen und hauptsächlich, wie es scheint, von grasartigen Wasserpflanzen und von Baumblättern. In mehreren Torfstichen hat man ganze Baumstämme von demselben Genus, als die jetzt in der Gegend existirenden, gefunden, welches beweis't, dass die Beschaffenheit des Clima's seit der Epoche der Torfbildung sich nicht wesentlich verändert hat. Man hat auch Ackerbaugeräthschaften, Waffen und Münzen in ihnen gefunden, welches Alles ihre neue Entstehung beweisst. Endlich bildet sich noch jetzt, in gewissen sumpfigen Thälern, z. B., in dem der Somme, zwischen dem Crozatcanale und Amiens, aus den dort wachsenden Wasserpflanzen eine schlechte Torfart.

Lage der Torfniederlagen. Die Torflager finden sich in Flusslagern von geringem Falle, wie in Nordfrankreich, in Holland und in der niederdeutschen Ebene; ferner auf Hochebenen, die baumlos sind und häufig auf der Wasserscheide zweier Flussgebiete. Dahin gehören, z. B., die Torfmoore auf dem Champ-du-Feu, des Valtin etc. in den Vogesen, die von Dartmoor-Forest in Devonshire, die in der englischen Grafschaft Monmouth, die bei Durheim und Schwenningen an den Quellen des Neckar und auf der Wasserscheide zwischen diesem Flusse und der Donau, auf dem Fichtelgebirge, auf dem Harze etc.

Verschiedene Torfarten. Die Torflager haben zuweilen eine bedeutende Mächtigkeit. Gewöhnlich ist alsdann die Qualität des Torfes nach der Tiefe, in welcher er vorkommt, verschieden. So ist, z. B., in den Essone- und Juine-Thälern, wo der Torf höchstens nur mit einer 0,65 Met. starken Schicht von Dammerde bedeckt ist, und wo seine Mächtigkeit 2 bis 5 Met beträgt, das erste Meter ein leichter, schwammiger, mit Schilfstielen und Pflanzenfasern vermischter Torf. Darunter und bis zu 1,50 bis 2 Met. Tiefe findet sich dichterer, schwerer und schwärzerer Torf, als der vorhergehende, jedoch noch stark mit Pflanzenfasern durchzogen, wiewohl er wenig Schilf enthält. Noch tiefer verschwinden die vegetabilischen Spuren, und der Torf wird schwarz und dicht. Im Allgemeinen unterscheidet man drei Classen von Torf: moosartigen Torf; solchen von mittlerer Beschaffenheit, der dichter, als der vorhergehende, aber weniger dicht, als der nachfolgende ist, eine hellbraune Farbe hat und erkennbare Pflanzentheile, in grösserer oder geringerer Menge, enthält; schwarzen und dichten Torf, der sich gewöhnlich in einer grössern Tiefe und an dem untersten Puncte des Lagers findet.

Anzeigen von dem Vorhandenseyn von Torflagern. Das Vorhandenseyn des Torfes wird gewöhnlich durch die zitternde oder schwankende Bewegung des Bodens, welcher ihn verbirgt, angedeutet. Die Mächtigkeit der Lager erkennt man durch den Torfbohrer, der schon weiter oben (S. 44 und Fig. 23 und 24, Taf. 9) erwähnt worden ist. Es ist ein einfacher, halb offener Löffelbohrer, der 6 bis 8 Cent. im Durchmesser hat und an einer 5 bis 6 Met. langen Stange befestigt ist; letztere ist von 30 zu 30 Cent. mit Zeichen versehen, oder ist in Fusse getheilt. Man stösst den Bohrer um eine dieser Theilungen (30 Cent. = 1 Fuss) tief ein, dreht ihn in dem Loche, um den Bohrer zu füllen, zieht denselben heraus und erkennt durch die Füllung des Löffels die Beschaffenheit des Torfes. Man bringt den Bohrer in dasselbe Loch zurück, stösst ihn nun 30 Cent. tiefer, und lernt auf diese Weise, durch successive Schichten von 30 Cent. Mächtigkeit, das ganze Lager kennen. Es ist dies nämlich die Höhe der Schichten, die man jedesmal bei der Gewinnung wegnimmt.

Verschiedene Gewinnungsarten. Der Torf ist stets weich genug, um mittelst eines schneidenden Instrumentes leicht abgestochen werden zu können. Es kann dies auf eine ziemlich bedeutende Höhe senkrecht geschehen, ohne dass man Einbrüche zu fürchten hätte, indem die Masse, wegen der Pflanzenfasern, die sie nach allen Richtungen durchsetzen, fest genug ist. Nur darf man den Boden auf dem Rande der Stiche nicht belasten, indem dadurch, wegen der Weichheit des Torfes, ein Aufblähen und dann ein Einbruch veranlasst wird. Man darf daher die von dem Torflager abgeräumte Erde nie auf den Rand der Stiche aufstürzen.

Da sich der Torf in stehenden Gewässern, in Bodenvertiefungen abgesetzt hat, so kann man nur sehr selten dem Wasser, ohne grosse Kosten, einen natürlichen Abfluss durch Gräben verschaffen, so dass die Sohle des Torflagers trocken gelegt wird. Können solche Gräben oder kleinen Röschen getrieben werden, so geschieht die Gewinnung des Torfes ohne alle Schwierigkeiten mittelst des Flügelspatens (*louchet à aileron*) genannten Werkzeugs. Dieselbe Art der Gewinnung wird auch noch befolgt, wenn die dem Torfstiche, unter dem Niveau des Abflussgrabens, zufliessenden Wasser so gering sind, dass man sie mit wenigen Kosten entweder durch Eimer mit Schwengeln, durch hölzerne Pumpen, durch die Archimedische Schraube, oder durch andere ähnliche Maschinen, ausschöpfen oder auspumpen kann. Sind aber die Wasser-

zuflüsse, sowie es häufig der Fall ist, beträchtlich, so muss man die Herausschaffung des Wassers aus dem Torfstiche aufgeben, und man muss den Torf unter dem Wasser durch zweckmässige Werkzeuge, die nach der Tiefe des Wassers und nach der Consistenz des Torfes verschieden sind, gewinnen.

Gewinnung des Torfes im Trocknen. Wenn der Torfstich durch einen Abflussgraben oder durch Wasserhaltungsmaschinen trocken gelegt werden kann, so hat die Gewinnung des Torfes keine Schwierigkeiten. Zuvörderst bezeichnet man an der Bodenoberfläche die Grenzen, welche der Stich haben soll. Die Dimensionen derselben müssen so regulirt seyn, dass der den Torf ausstechende Arbeiter einem andern am Rande des Stichs Stehenden die Torfstücken zuwerfen kann, welche dieser auf die Wiese tragen muss, woselbst sie getrocknet werden. Die Breite des Grabens darf zu dem Ende 3 Met. nicht übersteigen; wogegen seine Länge ganz gleichgültig ist. Im Sommethale hat man die Gewohnheit, die Torfstiche nur 4 Meter im Quadrat gross zu machen. Der Torf wird in der Umgrenzung dieses Quadrats abgeräumt, und da diese weggefüllte Erde gewöhnlich von guter Beschaffenheit ist, so wird sie aufgestürzt, um zur Verbesserung von Ackerland benutzt zu werden. Nachdem der Abraum vollendet worden ist, macht man mit einem gewöhnlichen Spaten in einem von den Winkeln *A* des Quadrats, Fig. *a*, Taf. 12, eine prismatische, 30 Cent. (1 Fuss) tiefe Grube. Zwei Arbeiter sind mit Torfstechen beschäftigt, der eine auf der Linie *a b*, der andere auf der Linie *a' b*, indem der eine von *a* nach *b* und der andere von *a'* nach *b* vorrückt. Sie bedienen sich dazu des Flügelspatens, Fig. 20, Taf. 9; es ist dies ein seitwärts mit einem Flügel versehener Spaten, dessen Grundriss einen etwas stumpfen Winkel mit dem Eisen bildet. Dieses letztere ist 30 Cent. lang und 8 Cent. breit, der Flügel ebenfalls 8 Cent. Dieser Spaten sticht demnach von zwei Seiten, und jeder Arbeiter lös't nach und nach eine Reihe von Torfprismen los, die 30 Cent. hoch sind und nur an ihrer Basis noch festsitzen, wenn sie an den Seiten abgestochen worden sind. Unten lassen sie sich leicht losmachen, und der Stecher (*tireur*) wirft sie einem andern, am Rande des Stiches stehenden Arbeiter zu, der sie auf einen Karren legt, um sie fortzuschaffen. Wenn sich die Arbeiter in dem Winkel *b* des Stiches treffen, so vollendet einer das Wegstechen dieser Reihe und der andere nimmt eine andere Reihe vor.

Man gewinnt auf diese Weise die oberste Torfschicht. Soll der Betrieb beschleunigt werden, so legt man mehrere Arbeiter an und der Torf wird alsdann strossenartig gewonnen. Ist demnach die erste Schicht auf eine gehörige Strecke weggestochen, so können zwei andere Stecher die Gewinnung einer zweiten beginnen u. s. f.

Der Stecher kann die Torfstücken dem am Rande stehenden Arbeiter, der sie auffängt, aus einer Tiefe von 10 bis 12 Schichten (3 bis 3,60 Met.) zuwerfen. Bei einer grössern Tiefe muss man einen Arbeiter zwischen der Sohle und der Oberfläche aufstellen, welcher die Torfstücken von dem Stecher erhält und sie auf die Oberfläche wirft.

Die Wasser müssen stets bis auf die niedrigste Sohle, auf welcher Arbeiter stehen, weggeschöpft werden, und wenn der Zufluss bedeutend ist, so muss man viele Arbeiter anlegen, um den Betrieb möglichst zu beschleunigen.

Ist nun dieser erste Stich bis zur Sohle des Lagers oder wenigstens bis zu einer Tiefe gelangt, bis zu welcher man, ohne bedeutende Wasserhaltungskosten, den Torf gewinnen kann; so öffnet man einen zweiten, dicht neben dem ersten, wenigstens

dann, wenn man von diesem keinen zu bedeutenden Wasserzufluss zu befürchten hat. In diesem letztern Falle trennt man den zweiten Stich oft von dem ersten, wodurch freilich viel Torf verloren geht.

Gewinnung des Torfs unter dem Wasser mit dem grossen Spaten. Wenn zuviel Wasser zufliesst, so dass man den Torf nicht mit dem gewöhnlichen Spaten bis zur Sohle des Lagers stechen kann, so vollendet man die Gewinnung unter dem Wasser mittelst eines Werkzeugs, welches man den grossen Spaten nennt, und welches in Fig. 21, Taf. 9 dargestellt ist. Von dem kleinen Spaten, Fig. 20, ist er dadurch verschieden, dass er auf drei Seiten schneidet, und dass er eine Länge von drei bis vier Torfstücken hat. Um eine zu grosse Schwere des Werkzeugs zu vermeiden, ist das Eisen nicht länger, als bei dem kleinen Spaten. Es hat zwei Flügel zu beiden Seiten, die senkrecht auf dem Eisen stehen. Ueber dem Eisen und den Flügeln ist ein dünnes eisernes Gitter angebracht, welches aus zwei senkrechten, mit den Enden der Flügel durch Niete verbundenen, Bändern besteht, die durch doppelte Winkel mit dem Stiele des Werkzeugs verbunden sind. Dieser letztere ist so lang, dass man den Torf 25 bis 26 Schichten (oder 25 bis 26 Fuss) unter dem Wasser ausstechen kann.

Um mit dem grossen Spaten zu arbeiten, muss der Torfstecher den obern Theil des Lagers sehen können, in welches er alsdann sein Werkzeug genau senkrecht einstösst. Zu dem Ende ist dessen Stiel mit Theilstreichen versehen, von denen jeder der Länge der auf einmal wegzunehmenden Torfprismen gleich ist. Man bringt das Werkzeug mehrmals in die Oeffnung zurück, bis dass man die Sohle des Lagers erreicht hat.

Um die Arbeit anzufangen, müsste man einen ersten Einschnitt auf die ganze Tiefe des Lagers machen, um die Torfmasse auf einer Seite frei zu machen. Meines Erachtens würde dieser Einschnitt mittelst eines Löffelbohrers von 50 bis 60 Cent. (20 bis 24 Zoll) Durchmesser leicht zu machen seyn, indem man mit demselben in das Lager leicht ein kreisrundes Loch bohren und dasselbe dann mit dem grossen Spaten viereckig machen könnte.

Das Stechen mit diesem Werkzeuge erfordert Geschicklichkeit und Kraft; jedoch hat der Arbeiter nur erst dann Mühe, das lange Torfprisma zu heben, wenn dasselbe aus dem Wasser hervorkommt. Er muss dann den Spaten so neigen, dass der Torf in dem Rahmen bleibt, worauf er ihn einem Arbeiter hinreicht, der ihn herausnimmt und ihn in drei oder vier Stücke von gewöhnlicher Grösse theilt.

Man hat auch noch ein anderes Werkzeug vorgeschlagen, welches aus einem Kasten besteht, der an einem langen Stiele befestigt ist. Auf drei Seiten ist er verschlossen und schneidend, auf der vierten Seite ist er mit einem, in zwei Nuthen beweglichen, schneidenden Blatte versehen, welches man senkt, wenn man das Werkzeug in den Torf eingestossen hat. Man giebt dem Kasten die Länge und die Breite von zwei Torfstücken, so dass man, wie mit dem grossen Spaten, 4 Stücke auf einmal gewinnt.

Im Thale von Essonne gebraucht man alle diese drei Arten von Spaten, und mit dem kleinern gewinnt ein Arbeiter in der Minute 32 Torfstücken, mit dem grossen und dem Kasten mit 4 Schneiden aber nur 16 in derselben Zeit. Dennoch kann der Vortheil, die Wasser nicht aus dem Torfstiche herauszuschaffen zu brauchen, unter gewissen

Umständen den Nachtheil ausgleichen, den der grosse Spaten gegen den kleinern in Beziehung auf die Schnelligkeit der Gewinnung hat.

Der beste Gang, den man bei dem Betriebe der in Thälern vorhandenen Torfstiche nehmen kann, besteht darin, lange, 3 bis 4 Met. breite Gräben zu eröffnen, wobei man von dem untern Theile des Thales ausgeht und den Torf aufwärtsgehend wegsticht. Die ersten Stiche am untern Theile des Thales dienen als Sumpf zur Aufnahme des Wassers aus der Fortsetzung des Stiches. Wenn der erste Stich abgebauet worden ist, so öffnet man einen zweiten, parallel mit jenem laufenden und unmittelbar daneben, oder wenigstens nicht weit davon entfernt, liegenden Stich.

Trocknen des Torfes. Der Torf muss, ehe er gebraucht wird, getrocknet werden, und zu dem Ende muss man ihn der Luft und den Sonnenstrahlen aussetzen. Die Gewinnung des Torfs muss daher im Frühlinge angefangen und rasch betrieben werden, damit das Trocknen im September oder October beendigt sey. In Gebirgen endigt die trockne Jahreszeit aber schon früher, und das Trocknen des Torfes hat daher dort grössere Schwierigkeiten.

Der Arbeiter, welcher dem Torfstecher die Stücken abnimmt, legt sie sorgfältig in einen neben ihm stehenden Laufkarren und fährt den Karren, wenn er voll ist, nach der Trockenstelle. Der Karren nimmt gewöhnlich 15 Stücke auf, indem man bei einer stärkern Ladung befürchten muss, dass die Stücke zerbrochen werden.

Zum Trocknen wählt man einen trocken und in der Nähe des Stiches liegenden Platz, der so gross, wie der Stich, multiplicirt mit der Anzahl der Schichten, ist, die man untereinander wegnimmt.

Der Inhalt eines jeden Karrens wird in kleine Haufen von 15 Stücken aufgesetzt *(pilet, rentelet)*; sie liegen etwas voneinander entfernt, damit die Luft frei zwischen ihnen durchziehen könne.

Wenn die Stücken, welche diese Haufen bilden, etwas betrocknet sind, so setzt man sie in Haufen von 21 Stück auf, die man in Frankreich *cantelets* oder *catelets* nennt, wobei man dahin sieht, dass die obersten Stücke untenhin kommen und umgekehrt. Diese Haufen stehen voneinander entfernter, und die einzelnen Stücke sind auch so aufgestellt, dass die Luft gut hindurchziehen kann.

Ist der Torf nun wiederum mehr betrocknet, so stellt man ihn, um sein Trocknen zu vollenden, in dreierlei verschiedenen Haufen auf. — Die erstere Art besteht in kegelförmigen Haufen, Laternen *(lanternes)* genannt. Ihr äusserer Kreis besteht in 7 bis 12 Stücken, die kreisförmig nebeneinander gelegt werden, und auf diese legt man immer kleinere Reihen, wobei man den innern Raum mit den getrocknetsten Stücken ausfüllt. Oben endigt der Haufen in einem einzigen Stücke.

Die zweite Art der Haufen sind länglich, 0,65 Met. breit und 0,80 Meter hoch, und man nennt sie Berge *(monts)*. Die Seitenflächen sind geneigt, und die Mitte des Haufens ist ebenfalls mit trocknen Stücken gefüllt.

Die dritte Art, die sogenannten Hecken *(haies)*, entsteht, indem man auf dem Boden eine doppelte Reihe von den getrocknetsten Torfstücken gegeneinander auf die hohe Kante stellt. Darüber erhebt man eine Mauer von plattliegenden Stücken bis auf eine Höhe von 0,65 bis 1 Met. Da sie nur die Dicke eines Torfstücks hat, so legt man sie, um ihr Haltbarkeit zu geben, im Zickzack.

Nachdem nun das Trocknen weit vorgeschritten ist, schreitet man zum Aufhäufen des Torfes, und es ist wesentlich, dass dies zur rechten Zeit geschehe. Geschieht

es zu früh, so wird der feuchte Torf nie vollkommen trocken; er erhitzt sich, und man ist in allen Fällen genöthigt, ihn im folgenden Frühlinge wieder in kleinern Haufen aufzustellen. Wirft man ihn dagegen zu spät in Haufen, so ist er durch ein zu langes Trocknen schon zerbrochen, er zerfällt in Stücken, und man hat einen starken Abgang. Jedenfalls ist die Zeit, in welcher er in Haufen zusammengeworfen werden kann, nach seiner Beschaffenheit verschieden. Der viel Pflanzenreste enthaltende trocknet schwerer und zerbricht nicht so leicht, wogegen der dichte und gleichartige, weit leichter zerbricht und daher früher in Haufen kommen muss. — Die Form und die Dimension der Haufen ist an verschiedenen Orten verschieden. Müssen sie im Herbste oder gar im Winter auf der Wiese bleiben, so müssen sie mit Bretern, oder mit Schilf oder Stroh bedeckt werden, indem sonst Regen, Schnee und Frost einen ungeheuern Abgang veranlassen.

Schwinden oder Zusammenziehen des Torfes durch das Trocknen. Der unter dem Wasser gestochene Torf schwindet sehr stark, und zwar beträgt das Schwinden zuweilen bis $\frac{8}{11}$ von dem ursprünglichen Volum, wogegen das durchschnittliche Schwinden nur $\frac{3}{5}$ von dem Volum des feuchten Torfs beträgt.

Das Gewicht des Cubikmeters Torf in Haufen, die ohne Ordnung aufgeworfen worden sind, ist auch sehr verschieden und beträgt bei dem sehr moosartigen 250 und bei dem sehr dichten bis 450 Kilogr. Zum vollständigen Trocknen ist eine sehr lange Zeit erforderlich.

Nimmt man an, dass 1 Cubikmeter in Haufen liegenden Torfs etwa 1000 Stück enthält und jedes noch feuchte Stück 30 Cent. lang und 8 Cent. im Quadrat stark ist, so machen 1000 Stück feuchter Torf etwa 2 Cubikmeter, die getrocknet nur 1 Cubikm. ausmachen. Um daher 1 C. M. trocknen Torf zu erhalten, sind 2 Cubikm. feuchter erforderlich, mehr oder weniger, je nach der Beschaffenheit des Torfs, und je nachdem er bei'm Trocknen mehr oder weniger Abgang giebt.

Das Ziehen des Torfes mit dem Netze. Bei so beträchtlichen Wasserzuflüssen, so dass ihre Entfernung grosse Ausgaben verursachen würde, und so, dass nicht einmal die Oberfläche des Torflagers trocken gelegt werden kann, geschieht die Gewinnung mit dem Netze. Zum Herausziehen des weichen Torfs bedient man sich eines ähnlichen Netzes, als um Sand aus den Flüssen zu ziehen. Ist er fest genug, so wendet man einen schneidenden Reif von Blech an, der an dem Ende eines hölzernen Stiels befestigt ist, und an dessen Umkreise ein weiteres oder engeres Netz, je nach der Beschaffenheit des Torfs, sitzt, Fig. 22, Taf. 9.

Die in Holland angewendeten Netze haben verschiedene Grössen innerhalb der folgenden Grenzen. Die schneidenden Reife sind elliptisch; die beiden Durchmesser betragen 12 und 9 für die kleinsten, 14 und 11 Zoll für die mittlern und 22 und 15 Zoll für die grössten Netze. Die Reife sind $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll breit und 3 Linien stark. Sie sind an Stiele von 8 bis 18 Fuss Länge befestigt, je nach der Tiefe, aus welcher der Torf gezogen werden muss. Das engere oder weitere Netz ist mit dem Reife durch Bindfaden oder Riemen verbunden.

Wenn der Graben, aus welchem die Gewinnung stattfindet, nicht breit ist, so steht der Arbeiter auf einem quer darüber gelegten Brete; oder dasselbe liegt auf der einen Seite auf dem Rande des Grabens und auf der andern auf einem Kahne oder Flosse, welche eine passende Stellung erhalten. Sind die Vertiefungen sehr breit, so stellt sich der Torfstecher auf einen Kahn, den er mit ausgezogenem Torf ausfüllt, und

den er an's Land fährt und entladet, wenn er gefüllt ist. Zuweilen stehen diese Entladungsplätze mit engen, ziemlich langen Canälen in Verbindung. Im franz. Depart. Pas-de-Calais wird der Torf aus den Torfbrüchen, *clairs* genannt, von denen einige eine grosse Ausdehnung haben, stets auf diese Weise gewonnen.

Formen des weichen Torfes. Der mit dem Netze gewonnene Torf muss stets geformt werden, und es ist das Verfahren dabei nach dem Consistenzgrade des Torfes verschieden. Wenn er gänzlich weich ist, so bringt man ihn auf den Trockenplatz in einen Kasten, der aus 7 bis 13 Zoll hohen, von Pfählen gehaltenen Bretern und aus dem natürlichen Boden besteht. Das Wasser wird theils von diesem aufgenommen und theils verdampft. Fängt nun der Torf an, zu trocknen, so zieht man auf seiner Oberfläche zwei verschiedene, sich rechtwinklich kreuzende Linien, welche die Masse in prismatische Theile, welche einen Quadratfuss Basis haben, theilt. Ist nun das Trocknen noch weiter vorgeschritten, so nimmt man die Torfschicht, die sich nun von selbst in Quadrate zertheilt, weg und stellt dieselben, zum weitern Trocknen, in Haufen auf.

Wenn der Torf, obgleich weich, nicht hinlänglich flüssig ist, um auf dem Boden in dem kastenartigen Raume ausgebreitet werden zu können, so giebt man ihn in regelmässige Formen, die denen der Ziegeleien ähnlich sind, deren eine breite Seite ein Gitter von hölzernen Stäben hat. Der Torf wird in Laufkarren in die Nähe des Trockenplatzes getragen, dort werden die Stücke gestrichen und die Formen auf jenem entleert.

Zuweilen wird der Torf vor dem Formen mit soviel Wasser zusammengeknetet, wobei man sich der Hände oder einer dreizackigen Gabel bedient und damit auch die nicht zersetzten Pflanzen und Torfstücke herausnimmt, dass er einen Teig bildet, worauf man ihn mit den Händen oder Füssen in Formen drückt. Man erhält dadurch einen dichtern und gleichartigern Torf, der aber wegen der Manipulation weniger kostet. Man verfährt auf diese Weise nicht allein mit dem mit dem Netze gewonnenen, sondern auch mit manchem Stichtorf.

Gewinnung des Torfes in Holland. Das beschriebene Verfahren wird auch in Holland gebraucht, wo man bei der Torfgewinnung viel Sorgfalt und Regelmässigkeit anwendet. Der dortige Torf ist sehr gleichartig und enthält wenig unzersetzte Pflanzenreste.

Man beginnt den Betrieb damit, dass man einen 4 bis 6 Fuss breiten, geradlinigten Canal eröffnet, den man mit dem nächsten schiffbaren Canale in Verbindung setzt, welches in Holland fast immer leicht ist. Man räumt den Torf ab und wirft die 1 bis 2 Fuss starke Erde auf eines der Grabenufer.

Aller aus diesem Graben gewonnene Torf muss auf das andere Ufer geworfen werden. Man tritt auf demselben das Gras nieder, und wenn der Boden schon zur Niederlage des Torfs gedient hat, oder wenn er rauh geworden ist, so streuet man etwas Heu darüber her.

Drei Fuss von dem Grabenufer entfernt, bringt man einen Kasten an, welcher $4\frac{1}{2}$ Fuss breit und $7\frac{1}{2}$ Fuss lang ist, und dessen unter einem Winkel von etwa 120° nach ausserhalb gerichtete Ränder 1 Fuss hoch sind. Mit dem Boden sind die Ränder durch eiserne Winkel verbunden, von denen jeder mit einem Ringe versehen ist, der zum Ziehen des Kastens dient. Die Länge desselben ist mit der Achse des Grabens parallel.

Der Arbeiter wirft den Torf, welchen er mit dem Spaten ausstechen kann, in den Kasten, und ein an dessen Rande stehender zweiter Arbeiter zerbricht denselben mit seinen Füssen, oder mit Hülfe einer kleinen Gabel und giesst eine hinreichende Menge Wasser hinzu, die er aus dem Graben, mittelst eines Schwengeleimers, schöpft. Der Torfschlamm wird tüchtig durchgeknetet, wobei eine Kratze zu Hülfe genommen wird, und es werden die unzersetzten Pflanzenreste, die harten Körper etc. daraus entfernt. Wenn der Kasten mit Torfschlamm angefüllt ist, so wird derselbe mit einem Gefässe ausgeschöpft und auf dem benachbarten Boden ausgegossen. Dort bildet er eine Schicht von etwa 13 Zoll Stärke und deren Breite von der Menge des Torfes abhängt, der, ohne den Kasten zu versetzen, gewonnen werden kann. Diese Breite wird durch Breter begrenzt, die durch Pfähle festgehalten werden, und wodurch die weitere Ausbreitung des Torfschlammes verhindert wird. Sie überschreitet 30 Fuss nicht.

Wenn der Arbeiter allen Torf gewonnen hat, der mit dem Spaten ausgestochen werden kann, und wenn die Oberfläche des Lagers mit Wasser bedeckt ist, so legt er quer über den Graben eine Bohle und gewinnt nun den übrigen Theil des Torfes bis zur Sohle des Lagers mit dem Netze. Ist aber das Lager sehr mächtig, so gewinnt man nur soviel Torf davon, dass man den Boden neben dem Graben, wo der Kasten steht, mit einer höchstens 30 Fuss breiten Schlammschicht bedecken kann. Der andere Theil des Torfes wird ein anderes Mal gewonnen. Es muss dahin gesehen werden, den Graben gleichförmig auszutiefen, damit er überall mit einem Kahne befahren werden kann.

Darauf wird der Kasten parallel mit dem Ufer des Grabens aufwärts gerückt, so dass er 6 bis 8 Fuss von seiner frühern Stellung zu stehen kommt. Man fährt alsdann in der Verlängerung des Grabens mit der Gewinnung des Torfes mittelst Spaten und Netz fort, indem man eben so tief, als vorher, niedergeht. Man sieht stets dahin, den Torfschlamm neben und hinter dem Kasten auszugiessen, indem ein Ausgiessen vor demselben dem Vorrücken des Kastens hinderlich seyn würde.

Das Torfschlammbet wird durch grosse Schaufeln und durch hölzerne Stampfer gleichgemacht. Hat es nach einigen Tagen den Anfang mit dem Trocknen gemacht, so gehen Frauen und Kinder, die, statt der Schuhe, 13 bis 14 Zoll lange und 6 Zoll breite Breter unter den Füssen haben, darüber hin und fahren mit diesem Festtreten so lange fort, bis dass man, ohne einzusinken, mit blossen Füssen darauf herumgehen kann. Alsdann stampft man den Haufen von Neuem mit Schaufeln und Stampfern fest, so dass seine anfängliche Dicke von 13 bis auf 8 oder 9 Zoll sich vermindert.

Darauf zieht man auf der Oberfläche, mittelst grosser Lineale, zweierlei Reihen sich rechtwinklich schneidender Linien, die 5 Zoll voneinander entfernt sind. Dann untersucht man mit einem Spaten den Grad der Trockenheit des Haufens, und wenn dieselbe weit genug gediehen ist, so theilt man ihn mit dem Spaten, indem man den gezogenen Linien folgt. Hierauf lässt man den Torf, ehe man ihn wegnimmt, noch mehr trocknen und legt dann auf zwei nebeneinander liegende Reihen eine dritte. Ist das Trocknen auf diese Weise fortgesetzt, so werden die Haufen durch Frauen und Kinder umgesetzt, indem die untersten Stücke obenhin kommen, und umgekehrt, und sind sie endlich ganz trocken, so wirft man sie auf Haufen, oder schafft sie in die Magazine. Der Transport wird am Wohlfeilsten durch kleine Kähne bewirkt, die auf den Torfgräben fahren und von diesen in die schiffbaren Canäle. Auf dieselbe Weise wird

auch die abgeräumte Erde dahin geschafft, wo sie nicht hinderlich ist, oder wo sie zur Bodenverbesserung benutzt werden kann.

Nachdem der grabenartige Torfstich in einem oder in mehreren Sommern abgebauet worden ist, zieht man auf einem der Ufer, 4 Fuss von dem Graben entfernt, eine mit diesem parallele Linie. Man räumt diesen Strich zuvörderst ab und transportirt den Abraum unmittelbar in Kähnen, wohin man ihn haben will. Der Torf wird alsdann, wie vorher, mit dem Spaten und dem Netze gewonnen, getrocknet etc. Da aber der Graben zu breit ist, um die Bohle, welche den Arbeiter trägt, auf beide Ufer auflegen zu können, so wird er auf der einen Seite auf einen Kahn oder ein Floss gelegt, wie wir schon weiter oben erwähnt haben. Man begreift, wie man auf diese Weise allen Torf eines sehr grossen Feldes abbauen kann. Hat die Breite des Grabens 22 Fuss erreicht, so kann man an jedem Ufer einen Stich vorrichten, indem dann in der Mitte noch ein freier Raum für die fahrenden kleinen Kähne bleibt.

Endlich zieht man in Holland auch zuweilen den Torf aus vollem Wasser, und die Kähne, deren man sich dazu bedient, sind auf einem Drittel Länge mit Bänken versehen, auf welche sich der Arbeiter stellt. Diese Bänke sind etwas unter dem Rande des Kahns angebracht, und ihre Oberfläche ist mit mehreren Sägenstrichen versehen, welche die Reibung der nackten Füsse der Arbeiter vermehren und ihr Ausgleiten verhindern. Auch werden die Bänke stets gewaschen, ehe sich der Arbeiter darauf stellt. Dieselben Vorsichtsmaassregeln werden auch bei den quer über die Gräben gelegten Bretern angewendet.

Wichtigkit eines regelmässigen Betriebes der Torfstiche. Der gute Betrieb der Torfstiche ist von höchster Wichtigkeit für die Gegenden, in denen dies Brennmaterial vorkommt. Die unregelmässig und ohne Sorgfalt angelegten Stiche veranlassen nicht allein den Verlust einer grossen Brennmaterialienmenge, sondern sie veranlassen auch ungesunde Moräste, welches Alles, wenigstens grösstentheils, durch einen guten Betrieb hätte vermieden werden können.

Die rationellste Methode, den Torf eines Thales zu gewinnen, besteht darin, den Stich zu beginnen und einen Graben zu treiben, der den Torf, indem man aufwärts geht, in einer grössern Tiefe abtrocknet. Dieser Graben steht unten mit dem, das Thal durchströmenden Canal in Verbindung. In den Canal können andere einmünden, an deren Ufern man auch Torfstiche anbringen kann.

Nachdem die Stiche abgebauet worden sind, kann man sie wieder dadurch ausfüllen, dass man Lehm und andere Theile mit sich führendes Wasser und vorzüglich die Bäche, welche bei Regenzeiten von Abhängen herabkommen, hineinleitet. Diese Gewässer müssen möglichst an dem obern Ende eingeleitet werden und am untern Ende über Dämme fallen, damit sich die festen Theile darin absetzen können.

Endlich ist es auch zweckmässig, an den Rändern der verlassenen Torfstiche Bäume mit grossen Blättern, wie, z. B., Platanen, anzupflanzen, indem dieselben im Vereine mit den Sumpfpflanzen die Mittel an die Hand geben, eine Wiederbildung des Torfes zu veranlassen. Denn wenn dieselbe auch noch nicht direct bewiesen ist und eine ausserordentlich lange Zeit erfordert, so ist es doch zweckmässig, wenn die möglichen Mittel gegeben worden sind.

Fünftes Kapitel.

Von den Grubenbauen im Allgemeinen und den Stollen und Strecken insbesondere.

Benennung der verschiedenen Grubenbaue. Diejenigen Grubenbaue, deren Zweck es ist, eine Lagerstätte zu erreichen, um sie mit der Erdoberfläche oder mit schon vorhandenen Grubenbauen in Verbindung zu setzen, haben im Verhältnisse zu ihrer Länge, einen geringen Querschnitt; man nennt sie **Schächte** oder **Stollen** *(puits ou galeries)*, je nachdem sich ihre Achse mehr der senkrechten oder mehr der horizontalen Ebene nähert.

Die in der Lagerstätte selbst und zu deren Abbau geführten Baue haben eine sehr verschiedenartige Form; man nennt sie im Allgemeinen **Abbau** *(tailles, chantiers d'exploitation)*. Den Namen Schächte oder Stollen, Strecken und Oerter behält man für die langen Baue vor, welche zum Durchschneiden der Lagerstätte, oder zur innern Verbindung dienen. **Weitungen** *(chambres d'exploitation)* nennt man die in sehr mächtigen Lagerstätten betriebenen Abbaue, deren senkrechte Höhe wenig von den Horizontaldimensionen verschieden ist.

Ausser diesen beiden Hauptclassen von Grubenbauen, muss man auch noch andere treiben, welche verschiedene Maschinen, als Pferdegöpel, Wasserräder, Wassersäulen- und Dampfmaschinen, die man zuweilen unter Tage aufzustellen genöthigt ist, aufnehmen müssen. Oder sie sollen zur Niederlage der Erze, Kohlen oder Materialien, oder zu Ausführung gewisser Arbeiten dienen, zu denen grössere Räume erforderlich sind, als sie die gewöhnlichen Strecken darbieten; endlich sollen sie Wasser etc. aufnehmen. Man nennt diese Baue, nach ihren verschiedenen Bestimmungen, **Maschinen-** oder **Radstuben**, Ablagen, **Anschlageörter** *(places d'accrochage, de chargement)*, **Sümpfe**. Sie sind entweder in dem Nebengesteine oder in der Lagerstätte selbst, oder theils in dem einen und dem andern getrieben.

Betrieb der Stollen und Strecken.

Dimensionen und Betrieb der Stollen und Strecken. Wir müssen hier zuvörderst bemerken, dass man Stollen eine zu Tage ausgehende Strecke und Strecke, im engern Sinne, eine solche nennt, die nicht zu Tage ausgeht. Die Dimensionen des

Querschnittes einer Strecke hängen von dem Gebrauche ab, den man von derselben machen will und werden nach demselben eingerichtet.

Wenn die Stollen und Strecken, dem Wesentlichen nach, söhlig oder horizontal sind, oder ihre Sohle ansteigt, so fliessen die sich findenden Wasser von selbst zu Tage aus, oder sie fallen dem Baue zu, mit welchem die zu treibende Strecke in Verbindung steht. Abfallende Strecken oder Stollen muss man mit Mitteln zur Wasserhaltung und zur Förderung versehen können.

Wir beschäftigen uns zuvörderst mit den söhligen oder ansteigenden Stollen und Strecken, so dass wir für den Augenblick die Wasserhaltungsmittel unberücksichtigt lassen können.

Die Art des Betriebes und die angewendeten Gezähe sind mit der Beschaffenheit des durchörterten Gesteins verschieden. In harten und festen Gesteinen wendet man Spreng-, Schlägel- und Eisenarbeit an. Die getriebenen Baue halten sich, ohne Unterstützung von Zimmerung oder Mauerung, durch sich selbst. In milden Gesteinen wendet man mit dem Sprengen die Keilhaue und die Keile an. Nachdem aber in solchem Gebirge der Stollen oder die Strecke auf eine gewisse Ausdehnung vollendet worden ist, je nach der Gesteinsfestigkeit, muss man ihn gewöhnlich in Zimmerung oder Mauerung setzen, indem er sonst zusammenstürzen würde. In brüchigem oder gar schwimmenden Gebirge müssen die Zimmerung oder Mauerung dem Betriebe sogleich folgen, oder ihm zuweilen vorangehen.

Soll ein Stollen- oder Streckenbetrieb, aus irgend einer Absicht, entweder zur Abführung des Wassers, zur Förderung, oder zur innern Verbindung unternommen werden, so muss man vorher seine Richtung, sein Ansteigen, seine Höhe und Breite genau bestimmen. Gewöhnlich findet der Betrieb durch Gedinge statt, indem die Häuer für das laufende Meter oder Lachter eine bestimmte Summe erhalten. Der Grubenbeamte hat dahin zu sehen, dass die Vorschriften in Beziehung auf Dimensionen, Richtung und Ansteigen streng gehalten werden, weil sich sonst die Arbeiter dahin wenden, wo die leichteste Gewinnung stattfinden kann, da sie sonst der Sohle ein stärkeres Ansteigen, als sie haben soll, geben und die Strecke oder den Stollen an der Sohle enger machen würden, um der Mühe überhoben zu seyn, das Gestein aus den Ecken wegzunehmen. Bei Stollen und Strecken, die zur Förderung und Wasserhaltung bestimmt, sind aber die Weite an der Sohle und das Ansteigen zwei höchst wichtige Puncte. Man muss daher den Gedingarbeitern oder dem Steiger ein Maass von der erforderlichen Breite und eine Wasserwaage geben. Das letztere besteht aus der gewöhnlichen Setzwaage der Bauhandwerker und aus einem Richtscheite von, z. B., 1 Meter oder $\frac{1}{2}$ Lachter Länge, dessen eine Seite nach der entgegengesetzten Richtung von der geneigt seyn muss, wohin die Stollensohle zur Horizontalebene geneigt ist. Soll daher die Steigung 2 Millim. auf das Meter betragen, so muss das 1 Met. lange Lineal *ABCD*, Fig. 13, Taf. 12, am Ende *BD* 2 Millimet. breiter oder höher seyn, als an dem andern Ende *AC*. Wird nun das Lineal in der Richtung der Streckenachse mit der Seite *CD* auf die Sohle gelegt, so muss die Seite *AB* horizontal seyn, wenn das Ende *AC* nach dem Streckenorte gerichtet ist, wovon man sich durch das Loth *N* überzeugt.

S t o l l e n- und S t r e c k e n b e t r i e b i n h a r t e n G e s t e i n e n. In harten Gesteinen werden Stollen und Strecken durch Spreng-, Schlägel- und Eisenarbeit, oder mit verstählten Fimmeln getrieben. Ihr Querschnitt ist gewöhnlich ein Trapez, dessen obere horizontale Seite, die F ö r s t e oder F i r s t e, durch einen Halbkreis oder eine andere,

nach Oben convexe Curve ersetzt worden ist, Fig. 1 und 2, Taf. 12. Man giebt ihm wenigstens 1 Meter Weite an der Sohle und 1,70 Met. (5½ Fuss) Höhe und häufiger 1,50 Met. (4¾ Fuss) Weite und 2 Met. (fast 1 Lachter) Höhe, wenn die Benutzung des Stollens nicht noch grössere Dimensionen erfordert. Wären die Dimensionen geringer, als die angegebenen, so würden die Betriebskosten dennoch fast dieselben bleiben und der Betrieb würde langsamer vorrücken, so dass durch Verminderung eines Nachtheils kein anderer Vortheil erreicht werden würde. Stets macht man die söhlig auf den Gängen oder auf steil abfallenden Lagern getriebenen Stollen und Strecken von einer eben so bedeutenden Weite, als die Lagerstätten mächtig sind, wenn die Mächtigkeit weder zu gering, noch zu bedeutend, d. h., wenn sie zwischen 0,70 und 2,00 Met. begriffen ist. Man übersteigt selbst diese letztere Dimension, wenn das Nebengestein so beschaffen ist, dass die grössere Weite der Strecken der Festigkeit nicht nachtheilig ist.

Soll der Betrieb eines, z. B., 2 Met. hohen und an der Sohle 1,50 Met. weiten Stollens oder einer Strecke möglichst rasch vorrücken, so muss man das Ort mit 2 Mann belegen, die sich alle 8 Stunden ablösen, so dass der Betrieb *nie* unterbrochen wird. In gewissen Fällen lässt man die Häuer sich alle 6 Stunden ablösen, so dass der Betrieb mit vier Posten zu 2 Mann geführt wird. Es muss dies geschehen, wenn der Stollen- oder Streckenbetrieb durch Wasserzuflüsse oder andere Umstände erschwert wird. Die gewonnenen Berge werden anfänglich mit Laufkarren, die auf gelegte Breter geschoben werden, herausgefördert; allein sowie der Betrieb etwas vorgerückt ist, und der Stollen oder die Strecke eine bedeutende Länge erhält, ist es zweckmässig, zur Bergeförderung eine Eisenbahn vorzurichten, die man in dem Maasse verlängert, als der Betrieb vorrückt. Die Kosten für das laufende Meter oder Lachter sind übrigens in sehr ausgedehnten Grenzen, nach der Beschaffenheit, der Härte und der Textur des Gesteins, verschieden; selten beträgt er für das laufende Lachter mehr, als 100 Fr. und weniger, als 25 Fr. Das Vorhandenseyn von Saalbändern oder Lettenbestegen, an und in denen der Bergmann einen Schram führen kann, erleichtert den Betrieb der Strecken nach dem Streichen eines Lagers oder Ganges sehr bedeutend. Wir wollen einige Beispiele von Stollen- und Streckenbetrieben mittheilen:

Beispiele von Streckenbetrieb im Granit. Zu Vaury, im Depart. der Obern Vienne, wurde ein Versuchstollen auf Zinnerz in Granit von mittlerer Festigkeit und ohne Zerklüftung betrieben. Er war 1,150 Met. weit und 2 Met. hoch und war mit 6 Häuern belegt, die sich alle 8 Stunden ablös'ten. Die Kosten auf das laufende Meter waren die folgenden:

20 Häuerschichten à 1 Fr. 50 Cent.	30 Fr.	—	Cent.
3 Tagelöhnerschichten für die Ausförderung der Berge à 1 Fr.	3 —	—	—
4 Kilogr. Sprengpulver à 2 Fr. 20 Cent.	8 —	40	—
2,3 Kil. Kerzen à 1 Fr. 60 Cent.	3 —	68	—
Unterhalt und Reparatur der Gezähe à 75 Cent. auf jede Schicht	15 —	—	—
in Summa	60 Fr.	08	Cent.

Ein Häuer verbrauchte in einer Schicht 5 Bohrer und 8 Eisen, die für 4 Cent. das Stück wieder verstählt und verlegt wurden, welches 52 Cent. machte. Die Abnutzung der Gezähe wurde zu 23 Cent. geschätzt.

Ein anderer, an demselben Orte, in einem sehr festen, aber zerklüfteten Granite getriebener Stollen hat auf das laufende Meter gekostet:

45 Häuerschichten à 1 Fr. 50 Cent. . . .	67 Fr. 50 Cent.
3 Tagelöhnerschichten à 1 Fr.	3 — — —
5 Kilogr. Pulver à 2 Fr. 10 Cent. . . .	10 — 50 —
4,75 Kil. Kerzen à 1 Fr. 60 Cent. . . .	7 — 60 —
Unterhalt und Reparatur der Gezähe à 75 Cent. jede Schicht	33 — 75 —
in Summa	122 Fr. 35 Cent.

Streckenbetrieb im Steinkohlengebirge. Zu Roche-la-Molière, im Loire-Departement, wurde eine 2 Met. weite und eben so hohe Strecke, im Gedinge, in einem sehr harten und grosse Quarzstücke enthaltenden Kohlensandstein getrieben. Das laufende Meter mit Einschluss der Streckenförderung auf 40 Met. Länge und des Füllens der Tonnen unter einem Richtschachte, von welchem aus die Strecke getrieben worden war, kosteten 135 Fr. das laufende Met. Es waren dazu fast 25 Häuerschichten (à $3\frac{1}{2}$ Fr., indem dies der gewöhnliche Schichtenlohn im Loire-Depart. ist) und $7\frac{1}{2}$ Kil. Pulver erforderlich. Zu den 135 Fr. kamen noch die etwa 10 Fr. auf das laufende Met. betragenden Reparaturkosten für die Gezähe, welche der Grubenbesitzer zu tragen hatte.

Die nun folgenden Betriebsdetails beziehen sich auf einen Querschlag, der im Steinkohlengebirge der Gegend von Alais zwischen den Steinkohlengruben Rochebelle und Cendras getrieben wurde. Der Querschlag geht von dem Stollen Nationale aus und durchsetzt die in der Rochebelle abzubauenden Flötze; im April 1843 hatte er das Ansehen der *Fig.* 2, *Taf.* 13. Zu Anfang des Streckenbetriebes hatten die Förderleute 606 Met. Länge auf dem Stollen zu durchlaufen, und zwar auf einer Eisenbahn von variabler Neigung, aber im Durchschnitte von 0,014 Met. auf das Meter, welches viel zu bedeutend ist. Der Querschlag hat nur eine Steigung von 0,005 Met. auf das Meter erhalten, und die Anstrengung der Förderleute mit dem beladenen Gefässe abwärts ist dann dieselbe, als mit dem leeren aufwärts. Der Förderwagen hatte mit den Achsen verbundene Räder und dieselben Dimensionen, wie der zur Kohlenförderung angewendete und wog etwa 190 Kil. Die Fördergefässe sind 3 Körbe, von denen jeder 29 Kil. wiegt, und die 225 Kil. Berge enthalten. Die Eisenbahn in dem Querschlage ist denen in den andern Förderstrecken ähnlich, und das laufende Meter kostet gelegt 6 Fr. Die Wetterkasten (Lutten) waren an der Streckenförste mittelst Seilen aufgehängt, die ihrerseits an Haken befestigt waren, die in hölzerne in dem Gesteine steckende Döbbels eingetrieben waren. Wettermaschinen hat man bei diesem Querschlagsbetriebe nie nöthig gehabt. Die Lutten waren Ende Aprils 1843 172 Meter lang, reichten aber hin, um den Pulver- und Lichtdampf und die schlechten Wetter zu entfernen, so dass vor Ort vollkommen gut respirable Luft, in der die Lampen brennen, vorhanden ist.

Die Gedingarbeiter sorgten für Pulver, Oel, Talg, Patronenpapier und für die Reparatur und die Erhaltung der abgängigen Gezähe. Mit einem Kilogr. Pulver machte man durchschnittlich 11 Patronen, das Patronenpapier kostete auf 100 Kil. Pulver 2 Fr. 30 Cent., und bei einem 10stündigen Aufenthalte unter Tage verbrauchte ein Arbeiter für 10 Cent. Oel.

Der Querschlag war über der Eisenbahn 2 Met. und über der Sohle 2,10 bis 2,12 Met. hoch, im Niveau der Bahn aber 1,70 Met. weit. Die Förste war gewölbe-

artig abgerundet, und am Anfange des Bogens war der Querschlag 1,50 Met. breit. An dem einen Stosse musste, unter den Querschwellen der Bahn, eine Wasserseige gehauen werden, die 0,20 Met. breit und 0,10 Met. tief war. Das Nachholen der Sohle, um ihr eine gleichförmige Steigung von 0,005 Met. zu geben, geschieht auf Kosten der Gedingarbeiter von Seiten der Gewerkschaft, welche desshalb etwas von dem Gedingelohne zurückbehält. Die Gedingnehmer lassen auf ihre Kosten die Eisenbahn legen und da, wo es erforderlich ist, Zimmerung einziehen. Die Gewerkschaft liefert die Wagen, das Holz, die Schienen, die Wetterlutten, die Haken und die Seile; auch lässt sie die Lutten an Ort und Stelle bringen. Das Schärfen der Bohrer kostet 0 Fr. 025 Cent. und das Verstählen 15 Cent. das Stück. Neue Gezähe werden von der Gewerkschaft die Bohrer zu 70 Cent. das Kil. und die Keilhauen, Fäustel und Schaufeln zu 1 Fr. und 1 Fr. 10 Cent. das Kil. geliefert, und die unbrauchbaren Gezähe wersen nach einer gewissen Taxe zurückgenommen.

Die Ausgaben der Gewerkschaft haben bis Ende April 1843 betragen:

Gedinggelder für 222,35 Met., welche aufgefahren worden sind, die Gedinge zu 45 bis 50 Fr. das laufende Meter, mit Einschluss der oben erwähnten Nebenkosten	10361 Fr.	85 Cent.	
Tagelöhne	110 —	—	—
Wetterführung	553 —	80	—
Zimmerung	274 —	65	—
232,30 Met. Eisenbahn, à 6 Fr.	1393 —	80	—
Summa der Ausgabe	12694 Fr.	10 Cent.	

Das laufende Meter kostet daher, mit Einschluss der Förderung auf eine mittlere Strecke von etwa 700 Met., etwa 52 Fr. 67 Cent.

Zu Decazeville, im Aveyron-Depart., kostete das laufende Meter von Strecken in gewöhnlich hartem Kohlensandstein, von $1\frac{1}{2}$ Met. Weite und 2 Met. Höhe, etwa 25 Fr., mit Inbegriff der Förderung der Berge auf eine Strecke, die zuweilen mehrere hundert Meter betrug, jedoch auf Eisenbahnen und mit Wagen, welche die Gewerkschaft lieferte. In einem härtern Kohlensandsteine derselben Gruben wurde das laufende Meter für 40 bis 45 Fr. verdungen.

Streckenbetrieb in verschiedenen Gebirgen. In den Kupferkiesgruben von Sourcieux und des Gervais im Rhone-Depart., wo das Gestein ein schwierig zu gewinnender Talkschiefer ist, der dennoch aber nicht von selbst steht, da er sich, wenn er der Feuchtigkeit ausgesetzt ist, aufblähet, kostet das laufende Meter einer 2 Met. hohen und 1,30 Met. weiten Strecke, durchschnittlich 17 Fr. 98 Cent., nämlich:

Arbeitslohn .	6,69 Schichten . . .	12 Fr.	85 Cent.	
Pulver . . .	1,33 Kilogr.	2 —	80	—
Oel . . .	0,80 —	— —	96	—
Patronenpapier		— —	12	—
Reparatur der Gezähe		1 —	25	—
in Summa		17 Fr.	98 Cent.	

(Die Bergeförderung ist darunter nicht begriffen).

Ein 1,50 Met. weiter u. 2 Met. hoher Wasserlosungs- und Förderungsstollen in den Steinkohlengruben von Faymoreau in der Vendée, der grösstentheils in einem sehr harten Quarz-Conglomerat getrieben worden ist, kostete das laufende Lachter 54 Fr.

In einem andern festen Kohlensandsteine derselben Grube kostete das laufende Meter einer 1,60 Met. hohen und 1,20 Met. weiten Strecke, 40 Fr. Hierbei ist die Förderung ebenfalls nicht begriffen.

Im Mannsfeldischen *) kostete das laufende Meter von einem 2,12 Met. hohen und 1,18 Met. weiten Stollen, der im rothen Sandsteine getrieben wurde, im Durchschnitte 67 Fr., wobei die Bergeförderung im Laufkarren, auf eine Strecke von etwa 150 Met., mitgerechnet worden ist. Das Gedinge wurde von 9 Mann übernommen, die sich in achtstündigen Schichten ablös'ten. Der Verbrauch auf das laufende Meter war der folgende:

Pulver	10,03 Kil.
Stahl	1,43 —
Eisen	2,24 —

25 achtstündige Schichten.

Das Schichtenlohn ist gering und beträgt kaum mehr als 1 Fr. oder 8 Sgr.

Nach einem mit Sorgfalt angestellten Versuche, fand man, dass 1 Cubikmeter Gestein auf der Lagerstätte, 2,485 Cubikmet. Berge oder gewonnenes Gestein geben, welche 73 Laufkarren füllen. Ein Karrenläufer förderte in seiner Schicht 32 solcher Karren 150 Met. weit, und er füllte dieselben selbst und stürzte sie auch aus. Zum Füllen gebrauchte er 2 bis 3 Minuten, zum Weglaufen des vollen Karrens 6 Minuten, zum Ausstürzen 1 Minute und zum Zurücklaufen des leeren Karrens 3 bis 4 Minuten, im Ganzen also zu einer Tour 12 bis 14 Minuten. Er machte deren in seiner Schicht von 7 wirklichen Arbeitsstunden 32 und förderte damit 1,1 Cubikmet. Berge 150 Met. weit, indem er eine Strecke von $32 \times 300 = 9600$ Met., zur Hälfte beladen, zur Hälfte leer durchlief.

Auf demselben Stollen wurde durch zwei geschickte Bergleute auf eine Länge von 3,768 Met. (2 preuss. Lachter), wovon das Met. mit 67 Fr. verdungen wurde, ein Versucsbau gemacht, der folgende Resultate gab. 1,884 Met. (1 Lacht.) wurde in 288 wirklichen Arbeitsstunden und die zweite Hälfte, auch 1 Lachter lang, in 152 Arbeitsstunden herausgeschlagen. Es wurden dabei verbraucht:

5,24 Kil. Pulver,
1,50 — Stahl,
1,25 — Eisen.

Das Geleucht hielten sich die Häuer selbst.

Es gewannen diese Bergleute sehr starke Schichtenlöhne, zuvörderst, weil sie allein arbeiteten und zu jeder beliebigen Zeit zur Arbeit zurückfahren konnten, weil sie 9 wirkliche Arbeitsstunden hielten, und weil das Gestein in der zweiten Hälfte des Gedinges weit milder wurde.

Ein 41,50 Met. langer Stollen von fast denselben Dimensionen, als der vorhergehende und gedingweise in einem sehr festen Gyps getrieben, kostete das laufende Lachter im Durchschnitte 59 Fr. 8 Cent. Es wurden dabei verbraucht:

10,48 Kil. Pulver,
1,37 — Stahl,
4,63 — Eisen.

*) Die folgenden Mittheilungen sind aus einem Aufsatze des verstorbenen Bergmeisters Böbert zu Neudorf bei Harzgerode, im 3. Bande von Karsten's Archiv, entlehnt. Der bessern Vergleichung wegen ist auch hier das franz. Maass-, Gewicht- und Münzsystem beibehalten worden.

84,78 Met. von einer Förderstrecke, die durch Gedingarbeit in der Grube Morgenstern, im Dache eines im Abbau stehenden Kupferschieferflötzes getrieben worden, war in 36 Wochen durch zwei Häuer für 15 Fr. 90 Cent. das Lachter vollendet. Es erforderte das laufende Lachter:

1,56 Kil. Pulver,
0,40 — Stahl,
1,56 — Eisen,
4,8 Arbeitsschichten.

Das Schichtenlohn betrug 80 Cent.

Aus dem Freiberger Revier theilen wir folgende Beispiele von den Kosten des Betriebes von Stollen und Strecken, auf verschiedenen Gängen und Nebengesteinen, die durchschnittlich 1 Met. weit und 2 Met. hoch sind, mit.

Die durchschnittlichen Kosten von einem herausgeschlagenen Cubikmeter betragen 21 Fr. 69 Cent. und für das laufende Meter 43 Fr. 38 Cent. Die niedrigsten und die höchsten Kosten für das laufende Meter betrugen 20 Fr. 70 Cent. und 64 Fr. 64 Cent. Das Tagelohn eines Häuers für eine Schicht von 6 wirklichen Arbeitsstunden betrug 90 Cent.; im Gedinge verdiente er aber gewöhnlich etwas mehr. Der Preis des Pulvers und der andern Materialien war fast derselbe, als in Frankreich. Das Gebirgsgestein in der Umgegend von Freiberg ist ein, gewöhnlich sehr harter, Gneis; ein Häuer bohrte gewöhnlich in einer 6stündigen Schicht zwei, 0,35 bis 0,40 Met. (14 bis 16 Zoll) tiefe Löcher. Auch die Gangmasse ist im Allgemeinen hart und hängt entweder mit dem Nebengesteine zusammen, oder ist abgelös't. Die Gänge sind gewöhnlich nur schmal, so dass man auch Nebengestein mit gewinnen muss. Bei diesem aus den Freiberger Gruben entnommenen Beispiele betragen die Kosten auf Arbeitslöhne $\frac{2}{3}$ von den ganzen Kosten. Demnach vertheilten sich dieselben auf das Cubikmeter, welches 10 Fr. 35 Cent. (20 Fr. 70 Cent.) das laufende Meter kosteten, folgender Maassen:

Arbeitslöhne für 4,6 Häuerschichten	7 Fr. 38 C.
Pulver	1 — 46 —
Reparatur der Gezähe	1 — 01 —
Abgang der Gezähe	— — 50 —
in Summa	10 Fr. 35 C.

Bei einem andern Streckenbetriebe kostete das Cubikmeter 13 Fr. 87 Cent., und die Kosten vertheilten sich folgendermaassen:

Arbeitslöhne für 8,72 Häuerschichten	8 Fr. 89 Cent.
Pulver	2 — 67 —
Reparatur der Gezähe	1 — 34 —
Abgang derselben	— — 67 —
in Summa	13 Fr. 57 Cent.

Eine 2 Met. hohe und 2 Met. weite Strecke in fester Steinkohle, die mehrere Tage ohne Zimmerung steht, und die so fest ist, dass sie mit Vortheil durch Sprengen gewonnen werden kann, kostet 5 bis 7 Fr. das laufende Meter, wobei aber die Förderungskosten der gewonnenen Kohlen, zu Tage aus, nicht gerechnet worden sind.

Soll ein Stollen zu gleicher Zeit zur Abführung der Wasser und zur Förderung dienen, und bedecken die Wasser die Sohle mehrere Centim. hoch, so theilt man

ihn durch einen horizontalen Boden, das sogen. Tragwerk, in zwei Theile. Auf dem Tragwerke wird die Förderbahn vorgerichtet und unter demselben ist die Wasserseige, d. h., fliesst das Wasser; Fig. 2, Taf. 12. Das Tragwerk liegt 35 bis 40 Centim. (14 bis 16 Zoll) über der Sohle, und man macht die Stollen und Strecken über dem Tragwerke gewöhnlich 1,80 Met., d. h., im Ganzen 2,15 bis 2, 20 Met. hoch. Im festen Gesteine, wie wir es hier annehmen, besteht das Tragwerk aus 3 bis 5 Cent. (1 bis $1\frac{3}{4}$ Zoll) starken Bretern, die auf gleichweit voneinander abstehenden Querhölzern oder Stegen aufgenagelt worden sind. Auf beiden Seiten liegen sie in Bühnlöchern, welche, wie die Figur zeigt, in das Gestein eingehauen worden sind. Eins von beiden Bühnlöchern muss einen Anfall, d. h., eine Erweiterung nach Oben und nach der Seite haben, damit man den Steg an seinen Platz bringen kann, indem er etwas länger, als der Stollen oder die Strecke breit ist.

Sehr weite Strecken in festem Gestein. Strecken mit sehr grossem Querschnitte, wie man sie auf Kunststrassen, Eisenbahnen und bei Canälen findet (sogenannte Tunnels oder Tagestrecken), werden strossenartig getrieben, d. h., das Streckenort hat das Ansehen einer Treppe von zwei oder drei sehr breiten Stufen, so dass jede mit Arbeitern belegt werden kann. Es ist daher nur die oberste Strosse auf fünf Seiten mit dem Gebirgssteine verwachsen, wogegen die übrigen auf der obern und vordern Seite frei sind, wodurch die Arbeit sehr erleichtert wird. Die Gewinnung von einem Cubikmeter Gestein kostet bei weiten Strecken weit weniger, als bei engen, wie sie gewöhnlich bei'm Bergbaue getrieben werden, nicht allein wegen der strossenartigen Gewinnung, sondern auch, weil die Grösse des Raumes die Arbeit erleichtert, und weil das Volum der ganzen Masse des zu gewinnenden Gesteins, im Verhältnisse zu der Oberfläche, bedeutender ist. Sehr selten übersteigen die Kosten für die Gewinnung von einem Cubikmeter Gestein, in den etwa 4 Meter weiten und 6 Meter hohen Strecken, 20 Fr., sondern gewöhnlich sind sie geringer. So hat, z. B., der Tunnel auf der Eisenbahn von Andrézieux nach Roanne, der in einem sehr harten porphyr- oder granitartigen Gestein getrieben wurde, nur 16 bis 17 Fr. auf das Cubikmeter, mit Inbegriff der Förderung bis zu Tage aus, betragen.

Der auf der St. Etienne-Lyon-Eisenbahn zwischen St. Etienne und St. Chamond betriebene, 3,30 Meter weite und 5,20 Meter hohe Tunnel, hat 12 bis 13 Fr. das Cubikmeter gekostet. Da aber das Gestein an manchen Puncten nicht hinlänglich fest war, so musste man es unterstützen und darauf die Stollen in Mauerung setzen, wodurch die Kosten auf das laufende Meter sehr vermehrt worden sind.

Zwischen Kenmare und Glengarif, in der irischen Grafschaft Kerry, wurde ein 582 Fuss (177,39 Met.) langer Tunnel durch Thonschiefer, der in Kieselschiefer überging und von vielen Quarztrümmern durchzogen war, getrieben. Er war überall fest und hart, und an einigen Puncten ausserordentlich hart. Die Schichten waren fast seiger, und ihr Streichen war senkrecht auf der Streckenachse. Die Streckensohle stieg von beiden Enden nach der Mitte zu um 1 Centim. auf das Meter an, so dass sie in der Mitte um 89 Cent. höher war, als an den Enden. Anfänglich wollte man die Strecke 18 Fuss hoch und 18 Fuss (5,49 Met.) weit machen, allein später wurde aus Ersparniss die Weite am Beginn des Bogens auf 15 oder 17 Fuss (4,57 und 5,18 Meter) und die Weite an der Sohle auf 12 Fuss (3,66 Met.) reducirt.

Die Förste stand vollkommen ohne alle Zimmerung, obgleich sie sehr flach war, und der Pfeil nur 6 Fuss (1,83 Met.) betrug. Der obere Theil wurde zuerst getrieben;

sein Durchschnitt hatte eine Oberfläche von etwa 90 bis 96 Quadratfuss (8,36 bis 8,92 Quadratmeter); der ganze Cubikinhalt betrug etwa 54,324 Cubikfuss (1538,13 Cubikmeter); die Kosten betrugen 655 Pfd. Sterl. 16 Schilling 8 Pence (16533 Fr. 56 C.): es beträgt dies 10 Fr. 75 Cent. auf das Cubikmeter.

Der Körper der Strecke unter dem Bogen hatte einen Querschnitt von 174 Q. F. (16,16 Quadratm.); der ganze Cubikinhalt betrug 94311 Cubikfuss (2670,32 Cubikmet.). Die ganzen Kosten haben sich auf 599 Pfd. Sterl. 1 Schill. 11 Pence (15104 Fr. 10 C.), oder auf 5 Fr. 66 Cent. auf das Cubikmeter belaufen.

Die mittlern Betriebskosten dieser Strecke haben daher auf das Cubikmeter 7 Fr. 52 C. und auf das laufende Met. 178 Fr. 35 Cent. gekostet. Die gewonnenen Berge wurden an beiden Enden in die natürlichen Bodensenkungen gestürzt:

Die Kosten verhalten sich auf die folgende Weise:

Arbeitslöhne an Bergleute und Tagelöhner	15,642 Fr.	— C.	
Steinkohlen und Schmiedearbeit	1,844 —	34 —	
Eisen 13109 Pfd. à 1,7 Pence	2,340 —	12 —	
Stahl 321 Pfd. à 1 Schill.	404 —	62 —	
Sprengpulver 7946 Pfd. à 1 Schill. das Kilogr. à 2 Fr. 78 C.	10,015 —	93 —	
Bickford'sche Sicherheitszünder, 1745 Paquete à 8 Yards (24 Fuss) jedes, à 1 Schill. das Paq.	2,199 —	57 —	
in Summa	32,446 Fr.	67 C.	

Die ganze Summe übersteigt die beiden angegebenen von 16,533 Fr. 56 Cent. und 15,104 Fr. 10 Cent. um 809 Fr. 1 Cent.; es sind dies die Kosten eines Schachtes von 33 Fuss Tiefe, der auf dem Streichen der Strecke abgeteuft worden war, um von seinem Tiefsten aus Gegenörter zu treiben, und dadurch den Streckenbetrieb zu beschleunigen. Jedoch wurde er fast gar nicht gebraucht, und es wäre daher besser gewesen, ihn nicht abzusinken.

Streckenbetrieb in mildem, jedoch nicht rölligem Gestein. In solchem Gestein werden Stollen und Strecken mittelst Keilhauen und Fimmeln oder Keilen, ohne Sprengarbeit, getrieben. Das Gestein steht auf einer hinreichenden Strecke und lange genug, um ohne Schwierigkeit die Zimmerung einziehen, oder sie in Mauerung setzen zu können, um den später nothwendig erfolgenden Brüchen vorbeugen zu können.

Die Gewinnung der mittelst der Keilhauenarbeit anzugreifenden Gesteine ist minder theuer, als die Gewinnung mit der Sprengarbeit, so dass der Streckenbetrieb in solchem Gebirge also gewöhnlich wohlfeiler, als der im harten ist, obgleich jene ausgezimmert oder ausgemauert werden müssen. So kostete das laufende Lachter von einem zu Vaury (wovon wir schon redeten), auf Zinnerze, in einem milden zersetzten Gneis getriebenen Versuchstollen von 1,50 Met. Weite und 2 Met. Höhe:

8 Häuerschichten à 1 Fr. 50 Cent.	12 Fr.	— Cent.	
3 Tagelöhnerschichten zur Bergeförderung à 1 Fr.	3 —	— —	
Geleucht	1 —	75 —	
Erhaltung der Gezähe à 25 C. die Häuerschicht (sehr hoch)	2 —	— —	
in Summa	18 Fr.	65 Cent.	

Die Kosten der Zimmerung für das laufende Lachter beliefen sich auf etwa 11 Fr.

In gewissen Fällen sind die Streckenbetriebskosten noch geringer. So kostet in mildem Schieferthon und in milden Steinkohlen das in Zimmerung gesetzte laufende Meter einer Strecke in Frankreich gewöhnlich nicht mehr, als 8 bis 12 Fr. Darin sind die Förderungskosten auf Strecken von 50 bis 60 Met., jedoch auf guter Bahn, begriffen, der Ankaufspreis für das Zimmerholz dagegen nicht.

Ehe wir uns nun zur Streckenzimmerung und Mauerung wenden, müssen wir zuvörderst eine Abweichung machen und das Nöthige

von der Festigkeit der bei'm Bergbau angewendeten Materialien

sagen, indem diese Kenntnisse dem Bergmanne unerlässlich sind *). Obwohl man fast nie ein Mittel hat, um die Grösse und die Richtung der Kräfte, denen die Materialien, welche man bei den Grubenbauen anwendet, widerstehen sollen, genau zu bestimmen; so kann man doch Näherungen machen. Man leitet dieselben entweder von den Beobachtungen ab, die an den Puncten, wo die Arbeiten ausgeführt werden müssen, oder die in andern ähnlichen Gebirgen gemacht worden sind, oder von Beobachtungen der Schichtungsklüfte oder anderer natürlicher Spaltungen des Gesteins. Sie zeigen ziemlich genau die Richtung des Drucks, welchen ein Gebirge auf die Zimmerung und Mauerung, welche sie unterstützen sollen, ausübt.

Die Materialien, welche man bei der Grubenzimmerung und Mauerung anwendet, sind fast ausschliesslich Holz, Steine, Ziegelsteine, Cement und Mörtel. Eisen wird nur wenig angewendet und spielt nie eine grosse Rolle bei'm Grubenausbaue. Da es aber zu den Förderungsbahnen und zu allen Bergwerksmaschinen gebraucht wird, so dürfen wir es doch nicht unberücksichtigt lassen.

Das zum Grubenausbaue angewendete Holz ist Druck ausgesetzt, der es entweder zu zerquetschen sucht, indem er seine Längenfasern zusammendrückt, oder der es biegt. Ziehenden Kräften, welche es zu zerreissen suchen, ist es fast nie unterworfen. Wird aber Holz, sowie jeder andere faserige Körper, durch die Einwirkung äusserer Kräfte gebogen, so wird ein Theil von seinen Fasern ausgedehnt, während ein anderer Theil zusammengedrückt oder verkürzt wird. Dagegen wird es bei vielen Bergwerksmaschinen zu langen Zugstangen angewendet, die Längenkräften unterworfen sind, welche es durch Ausdehnung zu zerreissen streben. Wir müssen daher auch den Widerstand des Holzes gegen die Ausdehnung seiner Fasern betrachten.

Die zur Mauerung angewendeten Materialien sind Kräften ausgesetzt, welche sie durch Zerquetschen oder Zusammendrückung zu zerreissen, oder sie voneinander zu schieben streben.

Schmiede- und Gusseisen, welche zu den Förderbahnen und den Maschinen benutzt werden, werden entweder durch Zusammendrückung oder durch Ausdehnung zerrissen.

Widerstand der Steine, Ziegelsteine und des Mörtels gegen die Zerdrückung. Die natürlichen sowohl, als die künstlichen Steine, tragen bei Bauen

*) Ich übersetze diesen Abschnitt nur sehr auszugsweise, denn im Originale nimmt er 172 Octavseiten ein und steht also durchaus nicht in einem richtigen Verhältnisse zu dem übrigen Theile des Werks, welches ohnehin, gegen das frühere Versprechen des Hrn. Combes, statt 2 Bänden, 3 Bände umfassen wird und dennoch an manchen Stellen von mir ergänzt werden muss. Hartmann.

gewöhnlich Lasten, welche sie zu zerdrücken oder voneinander zu trennen suchen, sey es nun durch eine senkrecht auf den Berührungsflächen stehende Kraft, durch Auseinanderreissen, oder durch eine mit diesen Flächen parallele Kraft durch Verschiebung. Der Mörtel, welcher die Steine oder Ziegelsteine miteinander verbindet, ist denselben Einwirkungen der Zusammendrückung und des Auseinanderreissens oder Gleitens unterworfen.

Aus den gemachten Erfahrungen darf man folgern, dass die physicalischen Eigenschaften der Steine, Härte, specifische Schwere, Farbe, ihre Festigkeit nicht darthun, sondern dass dieselbe durch specielle Versuche erforscht werden muss; dass aber bei Steinen von gleicher Beschaffenheit die härtesten Theile auch die festesten sind. Bei Stücken, die aus einer und derselben Bank gewonnen worden, sind die aus der Mitte fester, als die aus der Nähe der Oberfläche. Der Widerstand gegen die Zerdrückung ist im Wesentlichen proportional der Oberfläche der Querdurchschnitte bei ähnlichen Prismen, allein er ist mit der Form der Basis und der Höhe der Prismen verschieden. Für Prismen mit kreisrunder und quadratischer Basis ist er der grösstmögliche, und bei verschiedener Höhe erreicht er sein Maximum, wenn die Höhe dem Durchmesser oder der Breite der Basis gleich ist. Demnach würde der Würfel die am Meisten Widerstand leistende Form seyn, wogegen Vicat gezeigt hat, dass 1 bis 2 Cent. ($\frac{1}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll) starke Platten mehr Widerstand leisteten, als Würfel.

Wir geben hier einige Steinarten an, die von folgender Belastung, in Kilogrammen auf das Quadratcentimeter, zerdrückt wurden:

Basalt aus der Auvergne	2070 Kil.
Sogen. Piperno, eine Lava aus der Gegend von Puzzoli	600 —
Porphyr	2470 —
Granit verschiedener Art	600 bis 700 —
Harter röthlicher Sandstein	800 —
— weisser Sandstein	900 —
Stinkstein	680 —
Schwarzer Marmor aus Flandern	790 —
Schwarzer Kalkstein, der zu Lyon viel angewendet wird	630 —
Sandstein von Nemours	600 —
Kalkstein von Givry	700 —
Oolitenkalkstein aus der Nähe von Metz	180 —
Blauer Gryphitenkalkstein von Metz	300 —
Harter Ziegelstein	150 —
Ziegelstein von Stourbridge	120 —
Rother Ziegelstein	56 —
Verbrannter Ziegelstein	100 —
Gypsmörtel	50 bis 70 —
Kalkmörtel mit Sand	35 —
— — zerstossenen Ziegeln	47 —
Derselbe geschlagen	65 —
Kalkmörtel mit Puzzolane	37 —
Derselbe geschlagen	53 —

Jedoch darf man die Steine nur mit $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{15}$ und höchstens $\frac{1}{10}$ des obigen Gewichts belasten; wobei die beiden Grenzen von dem genauen Behauen und Setzen abhängen.

Alle diese zur Aufführung von Mauerungen angewendeten Materialien sind weniger den Einwirkungen ausgesetzt, welche sie durch Ausdehnung zu zerreissen streben, dagegen aber solchen, welche sie dadurch zu trennen suchen, dass sie dieselben aufeinander gleiten lassen. Die Mauerungen widerstehen diesen letztern Einwirkungen entweder durch die Reibung, oder durch die Cohäsion des Cements oder Mörtels, oder durch die Adhäsion an den natürlichen oder künstlichen Steinen.

Widerstand des Holzes gegen das Zerdrücken oder Zerreissen. Die nachstehende Tabelle enthält die Resultate der hauptsächlichsten Versuche über die Widerstandsfähigkeit verschiedener Hölzer gegen das Zerdrücken. Es wurden dabei cubische Stücke angewendet, allein Rondelet giebt an, dass, wenn die Höhe die Basis nicht um das Sieben- oder Achtfache übersteigt, der Widerstand sich nicht verändere. Das angegebene Gewicht ist das, welches die Zerdrückung auf das Quadratcentimeter hervorbringt:

Eichenholz	380 bis 460	Kilogr.
Tannenholz	460 — 540	—
Weisstannenholz	135	—
Americanische Kiefer	118	—
Ulmenholz	90	—
Englisches Eichenholz	270	—

Die ersten beiden Angaben rühren von Rondelet, die beiden letztern von Rennie her.

Nach Gauthey darf das Quadratcentimeter Eichenholz mit nicht mehr, als 160 und 200 Kil. belastet werden, je nachdem das Stück auf eine parallel oder senkrecht auf den Fasern stehende Fläche belastet wird.

Nach Tredgold darf das Eichenholz, parallel den Fasern, mit nicht mehr als 108 Kil. das Quadratcentimeter und Kiefernholz mit nicht mehr, als 70 Kilogr. belastet werden.

Wird das Holz in der Längenrichtung der Fasern belastet, um es zu zerreissen, so beträgt das angewendete Gewicht, um den Riss hervorzubringen auf das Quadratcentimeter:

Eichenholz nach Rondelet	980	Kilogr.
Desgleichen nach Barlow	640 bis 800	—
Fichtenholz — —	800 — 900	—
Buchenholz — —	800	—
Teakholz — —	1060	—
Eschenholz — —	1200	—

Holz, welches immerwährenden Belastungen ausgesetzt wird, die es durch Druck zu zerbrechen suchen, darf, nach Navier, höchstens nur mit $\frac{1}{5}$ von dem Gewichte belastet werden, was seine Zerdrückung veranlasst. Eichene Stämme von 0,25 bis 0,32 Met. (10 bis 14 Zoll) Stärke dürfen daher höchstens mit 25000 u. 50000 Kilogr. belastet werden. Ja wenn die hölzernen Träger (Bolzen) frei stehen und nicht seitwärts gegen die Biegung gesichert sind, so darf man sie nur mit $\frac{1}{10}$ des obigen Gewichts belasten.

Holz, welches in der Richtung der Längenfasern eine fortgesetzte Belastung aushalten soll, darf nur mit einem Drittel von demjenigen belastet werden, welches eine permanente Verlängerung veranlasst, und welches wir oben angaben.

Widerstand des Roheisens gegen die Zerdrückung und die Zerreissung. Graues und weiches Roheisen bei Coaks erzeugt, aus dem Innern eines Stücks genommen und zu Würfeln von 6 bis 7 Cent. die Seite zurecht gefeilt, wird durch einen Druck von 100 bis 124 Kil. auf das Quadratmillimeter plötzlich platt gedrückt, ohne in Stücke zu zerfallen. Das unmittelbar aus dem Hohofen vergossene Eisen widerstand besser, als das aus dem Cupolofen kommende, am Besten verhielt sich aber das am Flammofen umgeschmolzene. Auch verhielten sich die aufrecht gegossenen Stäbe besser, als die liegend gegossenen.

Wurde dasselbe Roheisen in kleine Stücken gegossen, so dass es sich abkühlen und dadurch hart und weiss werden konnte, so reducirte es sich unter Explosion und Lichtentwickelung in Staub, und zwar aus dem Hohofen gegossenes unter einem Drucke von 150 Kil. auf das Quadratcentimeter, aus dem Cupolofen unter 125 Kil. und aus dem Flammofen unter 180 Kil. Gutes halbirtes Kanonen-Roheisen wich erst einer Belastung von 250 Kil.

Bei Bauen darf man das Gusseisen aber nur mit $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ des Gewichts belasten, welches es zerdrückt, d. h., mit etwa 20 bis 25 Kil. auf das Quadratmillimeter, und wenn die belasteten Stücke 4, 8 bis 36 Mal höher sind, als die Seite oder der Durchmesser ihrer Basis, nur mit $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{15}$ des obigen Gewichts.

Widerstand des Roheisens gegen das Zerreissen. Graues Holzkohlenroheisen von guter Qualität wurde durch 19,227 Pfd. Cöll. der rhein. Quadratzoll Querschnitt zerrissen, oder das Quadratmillimeter durch 13,34 Kil. Demnach wird also das Gusseisen schon durch $\frac{1}{10}$ von dem Gewichte, welches es zerdrückt, zerrissen, wie auch weiter unten mitgetheilte Versuche näher zeigen werden.

Von dem Stabeisen und einigen andern Metallen.

Zum Tragen wird Stabeisen nicht angewendet; ein stabeiserner Würfel von $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll Seite beginnt schon unter einem mittlern Drucke von 50 Kil. auf das Quadratmillimeter zusammengedrückt zu werden. Ist das Stück dreimal höher, als stark, so biegt es sich eher, als es zusammengedrückt wird.

Wir haben eine grosse Anzahl von Versuchen über den Widerstand des Eisens gegen das Zerbrechen und das Zerreissen, sowie auch über das Gesetz der Verlängerung der Fäden oder Nerven mit dem Steigen der Belastung. Der absolute Widerstand gegen das Zerbrechen und das Gesetz der Verlängerungen sind, jenachdem das Eisen ausgewalzt, ausgeschmiedet oder zu Draht ausgezogen, jenachdem es bei und nach dem Bearbeiten rasch abgekühlt oder wieder ausgeglüht worden ist, sowie auch nach seiner Qualität, nach der Art der Bearbeitung und nach den Dimensionen des Stücks, sehr verschieden. Auch sind die Erfahrungsresultate bei Eisen von gleichen Dimensionen, welches durch ähnliche Processe dargestellt worden ist, ziemlich ähnlich, dagegen aber sehr verschieden bei verschieden starken und auf verschiedene Weise gewonnenen Eisensorten. Das Ausglühen vermehrt die Dehnbarkeit bedeutend, vermindert aber zu gleicher Zeit den Widerstand gegen das Zerbrechen. Rundes Eisen muss fester, als ein Quadratstab, bei gleichem Flächeninhalte des Querschnittes von beiden und noch fester Flacheisen, bei gleicher Grösse des Querschnittes, seyn; gewalztes Eisen ist, in der Regel, fester, als geschmiedetes.

Gutes Stabeisen muss in Quadratstäben, und auf die ursprüngliche Querschnittsfläche bezogen:

in Stäben von 1 Zoll Rhein. breit und dick, 58000 Cölln. Pfund,

in Stäben von $\frac{1}{2}$ Zoll Breite und Dicke, 70000 — —

in Stäben von $\frac{1}{4}$ Zoll Breite und Dicke und in noch geringern Dimensionen, 75 bis 80000 Cölln. Pfd. und darüber,

auf eine Fläche des Querschnitts von 1 Zoll Rhein. berechnet, tragen können, ehe es zerreisst.

Nach Séguin dem Aeltern beträgt diese Tragfähigheit des Eisens, ehe es zerreisst, je nach den verschiedenen, oben erwähnten Umständen, 30 bis 60 Kil. auf das Quadratmillimeter.

Die absolute Festigkeit des Eisendrahtes ist aber, weil derselbe zu noch schwächern Dimensionen ausgezogen ist, noch grösser, als die des Stabeisens. Guter Clavierdraht kann 130,000 Pfd., auf 1 Quadratzoll (90 Kilogr. auf 1 Quadratmillimeter) Fläche berechnet, tragen, ausgeglüheter Draht aber kaum die Hälfte. Jedoch nimmt die Festigkeit mit dem stärkern Durchmesser ab.

Die absolute Festigkeit des Messingdrahts steht der des Eisendrahts ziemlich nahe und ist bedeutender, als die des Kupferdrahts, und dasselbe findet im Allgemeinen bei Legirungen statt.

Einfluss der Temperatur auf die Festigkeit des Eisens und Kupfers. Man nimmt ganz allgemein an, dass das Eisen bei starkem Froste weit spröden sey, als in den gewöhnlichen Temperaturen. Die Versuche von Dufour zeigen aber, dass zwischen + 4° — 6° C. die Verminderung der Festigkeit eine nur sehr geringe sey. Jedoch verweisen wir in dieser Beziehung auf die Fig. 1 und 2, Tafel 14, in denen das Verhalten der Festigkeit des Eisens in verschiedenen Temperaturen graphisch verdeutlicht worden ist.

Belastungen, welche man den Baumaterialien geben kann. Zur Bestimmung der Dimensionen, welche man Stäben oder elastischen Prismen bei Constructionen geben muss, hat man nicht allein die bleibenden, sondern auch die zufälligen und temporären Vermehrungen der Belastungen, sowie auch die durch Stösse oder einfache Zunahme der Last erfolgenden Verlängerungen oder Verkürzungen der Fäden, zu berücksichtigen. Es ist dies vorzüglich bei Maschinentheilen der Fall, und man darf daher das eine mit einem höhern Gewicht, als $\frac{1}{6}$ oder $\frac{1}{7}$ von dem, welches sein Zerreissen veranlasst, belasten, d. h. mit 40 Kilogr. auf das Quadratmillimeter.

Prismatischer Körper, der an dem einen Ende befestigt und am andern Ende belastet ist. Es sey dieser Körper *ABCD*, Fig. 4, Taf. 13, der horizontal liegt, an dem einen Ende befestigt und am andern mit einem Gewichte *Q* belastet. Die gemachten Beobachtungen zeigen, dass ein so angebrachter Körper, bestehend aus Holz, Eisen und andern weichen Metallen, sich so biegt, dass er eine Lage *ABC'D'* annimmt; dass ferner die untere Fläche dieses Körpers, den wir von vier ebenen Flächen begränzt annehmen, von denen zwei horizontal und zwei vertical sind. Bei der Biegung wird nun die untere Fläche concav und die obere convex. Nimmt man nun an, dass der Körper aus Fasern oder Fäden bestehe, die seiner Achse parallel sind, so sieht man, dass die der concaven Fläche nahe liegenden Fäden sich verkürzt und die der convexen Fläche benachbarten sich verlängert haben, wogegen ein

Theil im Innern unverändert geblieben ist, der die verkürzten und die verlängerten Fasern trennt.

Man nimmt an, dass bei der Biegung des Körpers die Längenfasern nicht aufeinander gegleitet sind, so dass, wenn man eine ebene Fläche *st* annimmt, die in dem Körper vor der Biegung vorhanden war, und die durch den Punct *o* einer der Fäden geht, deren Länge durch die Biegung nicht verändert worden ist und einen auch ebenen Durchschnitt *s' t'*, der senkrecht auf der Achse des gebogenen Körpers steht und der durch den Punct *o'* geht, eine Entfernung *i o'* von dem befestigten Durchschnitt hat, gemessen nach dem gebogenen Faden gleich der geradlinigten Entfernung *i o*, der Durchschnitt *s' t'* nach der Biegung dieselben Theilchen haben wird, die sich ursprünglich in dem Querschnitte *s t* fanden. Ist dies angenommen, so folgt daraus, dass die Linie, welche in dem Querschnitte *s' t'* die ausgedehnten von den verkürzten Fäden trennt, eine horizontale gerade Linie ist, die auf der Achse des gebogenen oder geraden festen Körpers, senkrecht steht, und dass die Fäden, durch die Gesammtheit der unveränderten Längenfasern eine ebene cylindrische Oberfläche bilden.

Für geringe Biegungen, denen folglich sehr geringe Verlängerungen und Verkürzungen der Nerven oder Fäden entsprechen, ist der Widerstand derselben proportional den Verlängerungen oder Verkürzungen, dividirt durch die ursprünglichen Längen und gleich dem Producte dieser Abweichungen der proportionalen Längen, im Maximum und Minimum und multiplicirt mit dem Elasticitätscoefficienten. Gewöhnlich nimmt man in der Theorie des Widerstandes der in der Querrichtung gebogenen festen Körper an, dass die Widerstände aller ausgedehnten und zusammengedrückten Fäden den Abweichungen der Länge proportional bleiben.

Prismen, deren Querschnitte gleichschenkliche Dreiecke sind, wie Fig. 5 u. 5 *bis* Taf. 13, verhalten sich ebenso, wie das vierseitige Prisma Fig. 4.

Wird ein prismatischer Körper an beiden Enden aufgelegt und in der Mitte belastet, wie Fig. 6, Taf. 13, so wirkt der Druck senkrecht auf die Stützpuncte. Das Gewicht, welches erforderlich ist, um die Elasticität eines horizontalen, an beiden Enden unterstützten Körpers zu verändern, ist das doppelte von dem, welches zur Elasticitätsveränderung eines halb so langen, nur auf einer Seite fest aufliegenden Stücks, wie Fig. 4, erforderlich ist.

Gusseisernen Balken giebt man am Zweckmässigsten die in den Figg. 14, 15, 16 und 17, Taf. 13, dargestellte Gestalt; noch mehr Widerstand leistet aber ein Balken von der Gestalt Fig. 13. Zerbricht ein solcher Balken bei zu grosser Belastung, so trennt sich ein keilförmiges Stück *e f n*, Fig. 13 *bis*, Taf. 13, davon los.

Wirkt auf ein Prisma in senkrechter Stellung, welches unten befestigt und oben frei ist, eine hinlängliche Belastung ein, so erleidet es Biegungen, wie sie in den Figuren 9, 10, 11 und 12, Taf. 13, dargestellt werden. Müssen beide Enden in gleichen Senkrechten bleiben, oder sind sie oben und unten befestigt, so ist zu ihrer Biegung ein viermal grösseres Gewicht erforderlich, als wenn sie freistehen. Sind die Säulen viermal höher, als stark, so kann das Quadratmillimeter höchstens mit 66 Kilogr., ist sie achtmal höher, mit 50 Kilogr. und ist sie 36 Mal höher, als stark, höchstens mit 7 Kilogr. belastet werden.

Von der Streckenzimmerung.

Treibt man einen Stollen oder eine Strecke, welche in Zimmerung gesetzt werden müssen, so macht man dieselben so weit und so hoch, dass, nachdem sie ausgebauet worden sind, der erforderliche innere Raum bleibt. Mit diesen Dimensionen setzt man den Betrieb auf eine veränderliche Länge fort, je nachdem es die Festigkeit des Gesteins erfordert, ehe man zu der Construction des Ausbaues schreitet.

Fast überall ist die Zimmerung wohlfeiler, als die Mauerung, allein das Holz fault und giebt dann dem Gebirgsdrucke nach, so dass es nach einer kürzern oder längern Zeit mit frischem ausgewechselt werden muss. Es sind daher die Reparatur- und Erhaltungskosten der Zimmerung sehr bedeutend, und sie vermehren sich mit der Zeit, seit welcher eine in Zimmerung gesetzte Strecke getrieben worden ist. Eine gut ausgeführte Mauerung hat dagegen eine fast unbegrenzte Dauer und erfordert fast gar keine Reparaturen. Daher setzt man fast immer solche Grubenbaue, die nur kürzere Zeit, z. B., nur 2 oder 3 Jahre, offen erhalten werden sollen, in Zimmerung; wogegen man wichtige Stollen und Strecken, die zur Förderung und zur Wasserlosung bedeutender Gruben und Grubenreviere dienen, und die daher eine lange Dauer haben, ausmauert. Man wird übrigens einsehen, dass die Wahl der einen oder der andern Art des Ausbaues von verschiedenen andern Umständen abhängt. Am Oberharze, z. B., wo nebst dem Sächsischen Erzgebirge der berühmteste und grossartigste Bergbau umgeht, zieht man im Allgemeinen die Zimmerung der Mauerung vor, wiewohl dies früher noch mehr der Fall war, als jetzt. Es sprechen dort der Mangel an brauchbaren Mauersteinen, der mässige Preis des sehr guten Holzes, welches die Bergwerke, vermöge alter Privilegien, aus den landesherrlichen Forsten erhalten, die mächtigen Gänge und die wenig festen Grundlagen, welche das brüchige Grauwackengebirge darbietet, im Allgemeinen für die Zimmerung. Im Erzgebirge dagegen sprechen theures Holz, die geringe Mächtigkeit der Gänge und die trefflichen Mauersteine, welche das Gneisgebirge liefert, sowie endlich die sichern Wider- und Grundlagen, welche dasselbe gewährt, weit mehr für die Mauerung.

Allgemeine Constructionsregeln für die Grubenzimmerung. Ehe wir uns zu den verschiedenen Arten der Streckenzimmerung wenden, machen wir erst noch die folgenden Bemerkungen über die Grubenzimmerung im Allgemeinen *).

Zuvörderst hat man in den Gruben auf die mehr oder mindere Festigkeit des Gesteins zu sehen, um darnach den Grad und die Richtung des Drucks einigermaassen bestimmen zu können; denn solchen jedesmal genau anzugeben, ist sehr schwer, ja beinahe ganz unmöglich. Es bleibt uns hier kein weiteres Anhalten übrig, als was sich etwa aus der Art und Beschaffenheit des Gesteins, der sogenannten Wände, welches doch nur jedesmal die zunächst liegende Oberfläche betrifft, beurtheilen lässt, daher man sich hier mit der ohngefähren Schätzung begnügen muss. Ist, z. B., das Gestein an mehreren Puncten durchklüftet, besteht solches aus gebrächen oder aufgelös'ten Gesteinmassen, so ist hier der stärkste Druck zu vermuthen, mithin der Durchmesser

*) Ich entlehne dies und alles Folgende über die Kastenschlagung und gewöhnliche Streckenzimmerung aus Dingelstedt's trefflicher „Anleitung zur Grubenzimmerung," neu herausgegeben von Dr. J. B. Mayer, Mainz 1843, und ergänze es aus dem Originale. Hartmann.

der hier anzuwendenden Stempel, Thürstücke, Wandruthen etc. danach zu wählen, so dass der Grad des Gegendruckes dem Drucke immer proportionirt ist, oder der abzuhaltende Druck mit der anzuwendenden Unterstützung in gehörigem Verhältnisse steht. Ueberhaupt aber beruht bei der Zimmerung Alles, nächst den technischen, auch auf statischen Gesetzen; je näher man nun dabei demselben kommt, um so sicherer kann man auf die Erlangung seines Endzwecks im Voraus rechnen. Der bei dem Grubenbaue vorkommenden Fälle sind zu viele und zu verschiedenartige, als dass man für jeden einzelnen Fall etwas Bestimmtes sagen könnte. Eine durch lange Uebung erlangte Kenntniss und Erfahrung in allen Theilen der Bergbaukunde, gründliche und richtige Beurtheilung des verschiedenen Gesteins sind hier durchaus nöthig, ja unentbehrlich. Uebrigens sind bei einer gehörig anzulegenden Grubenzimmerung folgende Hauptregeln zu beobachten:

a) Dass man, da der Druck des Gesteins nicht allemal lothrecht, sondern, der flachfallenden Gänge und Klüfte wegen, auch öfters flach ist, nicht allein dem senkrechten, sondern auch dem schiefen Drucke in der besten Richtung Widerstand leiste.

b) Da die beste Richtung des Widerstandes gegen den Druck allemal die entgegengesetztc des Druckes selbst ist, so weiss man daher jene, sobald nur diese bekannt ist.

c) Da der Druck, den eine Masse zusammen auf mehrere Puncte ausübt, auf jedem einzelnen Puncte geringer ist, als wenn die ganze drückende Masse auf einem einzigen Puncte ruhen müsste, so muss man den Druck einer Gesteinsmasse etc. auf mehrere Puncte, und zwar möglichst gleichförmig, zu vertheilen suchen.

Nachdem man sich den hinlänglichen Raum in der Grube verschafft hat, so muss man vorzüglich auf die Grösse und Richtung des Druckes sehen und hiernach die Anwendung eines jeden Stück Holzes zu bestimmen suchen. Ist, z. B., die Hauptrichtung des Druckes in einem Puncte oder in der Mitte eines horizontalliegenden Stempels, so ist die auf jeder Unterlage ruhende Last gleichstark, da solche gemeinschaftlich der auf sie drückenden Last sich entgegenstämmen, die ganz gleich vertheilt ist. Ist hingegen die Richtung des Druckes mehr nach der einen, als nach der andern Seite gerichtet, so muss natürlich der Druck auch da vorzüglich seine Wirkung auf die Unterlagen äussern, wo er am Stärksten ist, auf die mehr entfernten aber am Schwächsten; hieraus ergiebt sich daher die Regel für die Zimmerung, dass jeder anzuwendende Unterzug oder Stempel im Verhältnisse seiner auf ihm ruhenden Last zunehmen müsse, je stärker die Last ist, die auf ihm ruht. — Bei der söhligen Lage desselben kömmt es allerdings auf den zu beiden Seiten befindlichen Ruhepunct an. Denn so würde zu einem Stempel, der im Hangenden und Liegenden ein festes Aufruhen bekommt, eine dreifache Last nöthig seyn, um ihn zu brechen, weil er an drei Stellen brechen müsste. Wird hingegen ein Stempel in senkrechter Richtung gelegt, so ist es Regel, solchen möglichst in verticaler Richtung der Last entgegenzustämmen, wo er um so mehr auf sich nehmen kann, je stärker sein Durchmesser ist.

Ist der Druck einer Firste ungleich, so dass ein Stempel mehr, wie der andere, abzuhalten hat, so hilft man sich durch eine schickliche Legung desselben und bringt da die stärkste Widerlagsmasse an, wo der Druck am Grössten ist. Da nun aber jeder anzuwendende Stempel in der Grube nie auf, sondern in das Gestein muss gelegt

werden, so folgt daraus, dass man ihm Bühnloch und Anfall geben müsse. Hierauf muss bei der Zimmerung die möglichste Sorgfalt verwendet werden, weil von der mehr oder minder zweckmässigen Zurichtung derselben die möglichst längste Dauer der Zimmerung besonders abhängt.

Unter Bühnloch versteht man diejenige Vertiefung im Gesteine, worein der Stempel zu stehen kommt, um das Ausweichen desselben zu verhindern; unter Anfall hingegen den ausgehauenen Raum des dem Bühnloche entgegenstehenden Gesteins, das den Stempel auffangen soll. Ueber die jedesmalige Tiefe und Weite von Bühnloch und Anfall lässt sich nichts Bestimmtes sagen, da es hier vorzüglich auf die mehr oder mindere Festigkeit des Gesteins und die auf jedem Stempel ruhende Last, die er abhalten soll, ankommt, daher werden solche 4, 8, 12, ja bisweilen 24 Zoll tief ausgehauen; die Weite und Höhe derselben richtet sich allemal nach der Stärke des Stempels. Soviel kann man indessen im Allgemeinen bemerken, dass mit Schlägel und Eisen alle Unebenheiten des Gesteins ausgehauen werden müssen, um das Zersplittern der Stempel bei'm Antreiben zu verhindern, und dass man soweit gehen müsse, bis man auf festes Gestein kommt, wenn aber dieses nicht zu finden seyn sollte, hölzerne Bühnlöcher und Fusspfähle einlegt. Da der anzuwendende Stempel sich auch jedesmal nach der Höhe des Raumes richtet, die Haltbarkeit zweier gleich starken Stempel aber von ungleicher Höhe, in Rücksicht der mit solchen abzufangenden ungleichen Last sehr verschieden ist, so folgt hieraus, das die Stärke oder der Durchmesser jedes Stempels im Verhältnisse seiner Länge und Höhe jedesmal zunehmen müsse, und dass ferner ein solcher um so mehr zu tragen im Stande sey, dessen Lage sich mehr der senkrechten Richtung nähert, da hier der Druck auf selbigen in perpendiculärer Richtung wirkt. Hieraus folgt die Regel, dass ein zweimal dickerer Stempel bei gleicher Höhe viermal soviel auf sich nehmen kann, als ein anderer von einfachem Durchmesser. Die Anwendung davon auf die Grubenzimmerung folgt aus der Lage der verschiedenen Oerter und deren resp. Höhe und Weite von selbst.

Da bei dem Grubenbaue vorzüglich das Fichtenholz gebraucht wird, so würden deshalb mit solchem eigends angestellte Versuche mit Stempeln von verschiedener Länge, aber gleichem Durchmesser, bei einerlei Druck, ein bestimmtes Resultat der möglichsten Haltbarkeit derselben geben können.

Noch ist der Fall anzuführen: dass man, wenn Hangendes und Liegendes nebst Firste fest sind, bei einer der Firste gegebenen parabolischen Figur die Zimmerung ersparen kann. Sollte man aber in der Folge genöthigt seyn, die Firste, wegen noch darin anstehender Erze, abzubauen, so werden alsdann ordentliche Stempel angebracht.

Sowie man sich überhaupt in allen Theilen des Bergbaues der Oeconomie äusserst befleissigen muss, so gilt dieses auch vorzüglich bei dem Ausbaue der Gruben, wo man nicht nur auf Schonung der Kosten, sondern auch auf Zeitersparung zu sehen hat, denn letztere steht mit ersterer in der genauesten Verbindung.

Man kann auch hieraus eine allgemeine Regel folgern, dass man nämlich jederzeit mit dem wenigsten Kostenaufwande, in dem kürzesten Zeitraume und mit den einfachsten Vorkehrungen den Endzweck bestmöglichst zu erlangen suchen müsse. Daher hat man sich bei dem Auffahren in einem Gebirge, oder auch schon vorhandenen Raume, nach der mehr oder mindern Festigkeit des Gesteins zu bequemen, um solches nicht unnöthigerweise rege zu machen, sondern an gefährlichen Orten, wo das Eingehen einer Wand zu befürchten, eiligst und behutsam die Zimmerung anzubringen, die, zwi-

schen Zimmerung und Gestein verbliebenen leeren Räume mit Bergen dicht zu versezzen, dem Gebirge jede Gelegenheit des Nachschiebens zu benehmen und dadurch mit der Zimmerung ein Continuum zu geben. — Man muss ferner das Holz nie unnöthig schwächen, sondern jederzeit in seiner ganzen Stärke anwenden, überhaupt aber solches dem zu befürchtenden Drucke so entgegenstämmen, dass dadurch jede Art von Trennung und Ausweichen vermieden werde, welches letztere von dem richtigen und zweckmässigen Schnitte der zu gebrauchenden Stempel besonders mit abhängt.

Jede technische Vorrichtung ist um so zweckmässiger und nachahmungswerther, je solider, einförmiger (am Wenigsten complicirt) solche ist, wenn sie nämlich zugleich den möglichsten Nutzen mit dem längsten Nachhalte verbindet; dieses gilt auch bei der anzuwendenden Grubenzimmerung und vorzüglich bei den mit solchen im Laufe der Zeit unvermeidlichen frühern oder spätern Reparaturen oder Auswechselungen.

Die verschiedenen Stempel, Jöcher, Wandruthen und dergl. müssen so miteinander verbunden seyn, dass, wenn eins oder das andere Holz anfängt stockend zu werden, mithin einer Auswechselung bedarf, solche füglich geschehen kann, ohne die zunächst befindlichen mit ausschlagen zu müssen. Hieraus ergiebt sich die Nothwendigkeit, dergleichen Hölzer nie so dicht nebeneinander zu legen, dass sie sich unmittelbar berühren, weil sonst ein morsch gewordenes Stück das zur Seite stehende ganz gesunde leicht ansteckt.

Ueberhaupt kann man bei der Grubenzimmerung bemerken, dass solche der gesetzten Erwartung um so mehr entsprechen und der möglichsten Vollkommenheit sich nähern werde, wenn man dabei Rücksicht nimmt:

a) auf die jedesmalige zweckmässige Stärke des Holzes,
b) möglichst lange Dauer,
c) auf die schnellste und mit der wenigsten Gefahr verbundene Construction und
g) Ersparniss des anzuwendenden Holzes selbst.

Es ist in der bürgerlichen Baukunst eine bekannte Regel, durch zeitige Ausbesserung kleiner Schäden grössern vorzubeugen; auch dieses gilt in seiner ganzen Anwendung auf den Bergbau und namentlich die Zimmerung. Es ist daher eine genaue und ununterbrochene Aufsicht hier um so nöthiger, weil der Schaden, welcher durch Vernachlässigung derselben für das Ganze erwächst, um so beträchtlicher ist, vorzüglich bei Fahr-, Förder- und Kunstschächten, sowie bei Haupt- und Förderungsstrecken. —

Die Kastenschlagung oder Legung der verschiedenen Kastenstempel.

Kastenstempel sind runde oder auch behauene, oder gespaltene Stücken Holz, welche man vom Hangenden zum Liegenden nebeneinander in einer söhligen Entfernung von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Ellen dergestalt legt, dass 3 oder 5 Stück derselben mit Schwartenpfählen eine Streckenlänge von 6 Ellen decken können. Mittelst dieser Deckung, des Hangenden und Liegenden des Ganges, des vorhandenen Schachtstosses und des darunter befindlichen Tragwerks oder anderer Kastendeckung, wird ein körperlicher Raum, Fig. 1, Taf. 12 *A*, von fünf Seiten umschlossen. Diesen Raum nennt man einen Förstenkasten- oder Firstenkasten, welcher mit Bergen angefüllt wird, deren kostbare Ausförderung man nicht nur hierdurch erspart, sondern auch der Grube eine desto grössere Haltbarkeit verschafft. Die eigentliche Schlagung des Firstenkastens selbst geschieht

folgendermaassen: zuerst bestimmt man den Ort, wohin die Stempel gelegt werden müssen, d. h., in welche Teufe unter dem vorigen Kastenstempel oder unter der Streckensohle sie zu liegen kommen.

Etwas Bestimmtes lässt sich hierüber nicht sagen, da es hierbei auf mehr oder mindere Festigkeit des Gesteins lediglich ankommt. In Rücksicht ihrer Entfernung untereinander machen es öftere dabei vorkommende Umstände nothwendig, dass die Kästen selten unter 3 und über 12 Ellen untereinander entfernt gelegt werden, aus der Ursache, weil bei weniger als 3 Ellen Entfernung die Kosten zu sehr anlaufen, bei mehr als 12 Ellen aber das Zubruchegehen zu befürchten ist.

Hat man nun nach Maassgabe dessen den Ort bestimmt, wo die Stempel am Zweckmässigsten anzubringen sind, so wird die angemessenste Richtung derselben gegen das Hangende und Liegende untersucht. Das Streichen der Stempel muss allemal mit dem Streichen des Ganges rechtwinklich seyn, welches entweder mittelst blossen Augenmaasses oder durch den Compass gefunden wird; das Fallen aber richtet sich lediglich nach dem Fallen des Ganges und dem Seitendrucke des Gesteins zugleich.

Bei Fig. 2 fällt der Gang seiger, das Hangende aber steht gut, oder umgekehrt beides ist flüchtig etc., folglich wird der Kastenstempel söhlig gelegt. Fällt aber der Gang flach und Hangendes und Liegendes ist fest, so muss der Stempel beinahe rechtwinklich mit des Ganges Fallen, jedoch etwas aufgerichtet, gelegt werden, d. h., in geometrischem Sinne, der Stempel muss, Fig. 3, auf dem Liegenden mit seinem untern Theile einen stumpfen Winkel *a* und mit seinem obern Theile einen spitzigen Winkel *b* machen. Ob das Liegende feig ist, kommt hier, da es vom Stempel sich abzieht, nicht eben in Betrachtung. Sollte aber das Hangende feig seyn, so muss der Stempel etwas mehr aufgerichtet stehen, weil solcher nicht nur den ganzen Seitendruck des Hangenden abzuhalten und die Kastenberge zu tragen, sondern auch noch einen Theil des senkrechten Drucks des Hangenden zu übernehmen hat. Die Grösse der Kraft muss so gross, als eben genannte 3 Lasten zusammengenommen und dessen Richtung den zusammengesetzten Richtungen der Kasten entgegengesetzt seyn. Beide, Kraft und Richtung der Stempel, würden sich nach statischen Gesetzen bestimmen lassen, wenn die Grösse sowohl, als die Richtung der Kasten jedesmal genau ermittelt werden könnte; da dieses aber nicht möglich ist, so muss man sich mit der ungefähren Schäzzung begnügen.

Man sucht daher den Stempel so zu legen, dass das obere Ende desselben um 4, 6, 8 bis 10 Zoll oberhalb des Punctes zu liegen kommt, den er einnehmen würde, wenn das Hangende keinen Druck hätte, wo er denn winkelrecht mit dem Fallen des Ganges zu liegen käme.

Das Dritte, worauf man bei'm Legen der Stempel zu sehen hat, ist die Stärke derselben; diese richtet sich nicht nur jedesmal nach dem verschiedenen Fallen des Ganges und dem Seitendrucke, sondern auch vorzüglich nach der Weite des Stossbaues. Fällt der Gang seiger, Hangendes und Liegendes sind dabei haltbar, der Bau ist aber nicht über 2 Ellen weit, so sind Stempel von 6—7 Zoll im Durchmesser hinlänglich stark. Fällt der Gang hingegen 80, 70, 60 Grade und das Gestein ist zugleich klüftig, mithin feig, die Weite des Baues aber beträgt gegen 3 Ellen, so muss man schon Stempel von 10 bis 12, ja 16 Zoll Stärke anwenden.

Aus diesen hier angeführten verschiedenen Fällen ist leicht zu beurtheilen, dass die Stärke eines jedesmal zu brauchenden Stempels immer in dem Verhältnisse zuneh-

men müsse, wie jene 3 Fälle: Verflächung des Ganges, Flüchtigkeit des Gesteins und Weite des Baues, zunehmen; so dass man öfters Stempel von 20 Zoll bis 1 Elle anwenden muss.

Eine ganz genaue Ausmessung der Stärke eines oder mehrerer zu brauchender Stempel geht zwar niemals bei'm Bergbau an, noch weniger kann man hier nach einer tabellarischen Abstufung verfahren, sondern ein erfahrener Grubenvorsteher und Zimmerling handelt hier mehr nach seinem Kunstgefühl und einer aus Uebung erlangten Erfahrung, die ihm lediglich bei dergleichen Fällen zum Leitfaden dienen muss. Dennoch aber hat er auf zwei verschiedene Fälle Rücksicht zu nehmen:

a) Ob die gelegten Kastenstempel von dem Schiessen der Häuer viel oder wenig zu leiden haben.

b) Ob der ganze Kasten in längerem oder kürzerem Zeitraume mit einem andern unterzogen werden muss. Ersteres hängt mehr vom Zufalle, letzteres aber von dem stärkern oder schwächern Betriebe des Strossenbaues ab.

Ist nun zweckmässige Länge und Stärke der anzuwendenden Stempel gehörig überschlagen, so ist die nächste Arbeit das Hauen des Bühnlochs und Anfalls. Unter ersterm versteht man diejenige in das Gestein gearbeitete Vertiefung, worein der Stempel nach den bestimmten Absichten gelegt wird; unter letzterm hingegen, die entgegengesetzte Fläche, woran der Stempel angetrieben wird.

Die vorläufige Aufsuchung beider Puncte geschieht mit zwei Sperrmaassen, die man vom Hangenden zum Liegenden in eine solche Lage bringt, als der Stempel seine Richtung bekommen soll, wobei man nach den früher angeführten Grundsätzen verfährt.

Ein Sperrmaass ist ein von einer Schwarte oder einem Brete abgeschnittenes Stück Holz von ohngefähr 1 Zoll Breite und Stärke und zwei, auch mehr, Ellen Länge. Zwei Stück müssen allemal genommen werden, damit man sie in der Mitte anlegen und nach Gefallen voneinander schieben kann, bis beide Enden das Hangende und Liegende des Gesteins berühren.

Das Bühnloch wird mit Schlägel und Eisen glatt ausgehauen, um dem Stempel die möglichst vielen Berührungspuncte mit dem Gesteine zu verschaffen, und zwar viereckig, ganz nach der Stärke des Stempels und jedesmal so tief, bis man auf festes Gestein kommt, mithin öfters 1, 2, 4, 6 bis 8 Zoll. Wäre aber das Gestein sehr weit vom Gange klüftig und erlaubte keinen festen Anstand, so wird das Bühnloch etwas grösser gehauen und ein hölzernes Bühnloch von Bret oder Pfosten eingepasst, in letzteres aber eine runde Vertiefung eingemeisselt, damit der zu legende Stempel in allen Puncten gleich fest aufstehe. Die Fläche des Bühnlochs muss also zugleich mit der Achse des zu legenden Stempels einen rechten Winkel machen.

Das hölzerne Bühnloch giebt dem Stempel, wegen der Vertiefungen rundherum, eine Art von Gestemme und hindert, dass man solche nicht herausschlagen kann. Sollte derselbe nur als Träger dienen, so könnte die entgegengesetzte Fläche, der Anfall, ebenfalls so gehauen werden, dass er mit der Achse des Stempels einen rechten Winkel machte, und man dürfte in diesem Falle nur im Bühnloche ebensoviel Gestein weghauen, als der Stempel, Fig. 4, erfordert, um ihn hineinzulegen. Allein er soll zugleich als Spreitze dienen, um das Gestein voneinander zu spannen: als solche hat er aber bei der ebengezeigten Art kein hinlänglich starkes Anliegen.

Um nun diesen Entzweck zu erlangen, muss man folgende Vorkehrung treffen: Man bauet nämlich den Anfall so, dass der zu legende Stempel, wie schon früher be-

merkt worden, auf das Hangende und Liegende schiefe Winkel macht und also die lange Ecke, z. B., bei einem 6 Zoll starken Stempel 1 Zoll, bei einem 12 Zoll starken aber $1\frac{1}{2}$—2 Zoll beträgt. Die Verrückung aus der winkelrechten Lage richtet sich, wie leicht zu erachten, ebenfalls nach der Grösse des Stempels, und die Fläche des Anfalls muss möglichst glatt seyn. Bei dieser ziemlich kritischen Arbeit kommt dem Zimmerlinge der Gebrauch der Sperrmaase wieder sehr zu statten. Er setzt nämlich von Zeit zu Zeit das eine Ende derselben in die Mitte des Bühnlochs und fährt mit dem andern an der Fläche des Anfalls hin und her, untersucht dabei, ob sie, nämlich Bühnloch und Anfall, Vertiefungen und Erhöhungen haben, und ob der Stempel die gehörige Lage hat; es wird also an dem einen Ende rechtwinklich durch die Achse, an dem andern aber, wegen der abweichenden Verflächung des Anfalls, schief durch dieselbe geschnitten werden müssen. So vorgerichtet, wird er nicht nur bei'm Antreiben keinen Schaden leiden, sondern auch das Gestein überall gut annehmen (demselben sich fest entgegenstämmen); doch wird es auch der Absicht angemessen seyn, wenn die lange Ecke des Stempels vom Hangenden um ein Weniges absteht.

In Rücksicht des Anfalls hat man noch zu sehen, ob das Gestein haltbar oder klüftig ist. Im erstern Falle ist es nöthig, den Stempel allemal barfuss, d. h., unmittelbar an das Gestein zu legen; in letzteren hingegen bedient man sich auch wohl eines hölzernen Anfalls oder Fusspfahls, welches ebenfalls ein, aus Bret oder Pfoste geschnittenes Holz ist. Bei'm hölzernen Anfalle hat man noch den Vortheil, dass man den Stempel, weil es glätter geht, fester antreiben kann, als wenn der Stempel barfuss gelegt wird.

Das Abnehmen des Stempels zu dem jedesmaligen Gebrauche geschieht zweimal, und es findet hierbei folgendes Verfahren statt:

Es sey, z. B., Fig. 5, *a b* die Fläche des Bühnlochs und *c d* die Fläche zum ersten Abnehmen des Anfalls; so setzt der Zimmerling das untere Ende der Sperrmaasse in die untere Grundlinie des Bühnloches bei *a*, das obere Ende aber in den Anfall, und zwar 1 oder $1\frac{1}{2}$ Zoll über die untere Grundlinie desselben, ein. Hierauf wird in das kurze Sperrmaass, da wo das lange aufhört, bei *f*, Fig. 6, eine Kerbe eingeschnitten.

Bei'm zweiten Abnehmen setzt der Zimmerling das untere Ende der Sperrmaasse in den Mittelpunct des Bühnlochs, das obere Ende aber 1 oder $1\frac{1}{2}$ Zoll über der obern Kante des Anfalles bei *d*, Fig. 5, ein und bemerkt ebenfalls durch einen Einschnitt in das kurze Sperrmaass den Punct, wo das lange aufhört.

Um aber nun ein Sperrmaass den Schacht hinaus zu führen, kehrt der Zimmerling das kleine Sperrmaass, welches auch das Helfmaass genannt wird, um und schneidet die beiden Längen, welche über dem langen hervorgingen, an dem Hauptmaasse mit ein.

Bei'm Abschneiden des Stempels vom Stamme wird letzterer quer durchgeschnitten, sodann die kurze Länge des Stempels auf der einen und die lange auf der andern Seite des Stammes angezeichnet, und die Säge, nach Fig. 7, in schiefer Richtung geführt, wodurch dann der Stempel, wie man sich in Sachsen ausdrückt, eine kurze und eine lange Ecke bekommt.

Diese Art, einen Stempel zum Gebrauche abzunehmen, ist einfach und sicher; dass man aber das obere Ende der Sperrmaasse im Anfalle 1 Zoll höher hinaufrückt, als sie in dem Bühnloche zu stehen kommen, geschieht, um den Stempel etwas länger

zu erhalten, als die wahre Entfernung des Bühnlochs und Anfalls voneinander beträgt und ihn desto fester an's Gestein antreiben zu können. Machen es Umstände nöthig, dem Stempel ein hölzernes Bühnloch zu geben, so muss solches, ehe derselbe abgenommen wird, erst eingepasst werden. In diesem Falle aber wird jedesmal die Stärke des hölzernen Bühnlochs, bei'm Abschneiden des Stempels vom Stamme, von der Länge des Stempels abgezogen.

Hat man nun den Stempel auf vorbeschriebene Art zu seinem Gebrauche abgemessen und zugerichtet, so wird solcher noch mit dem Zscherper an den Kanten der beiden Schnitte abgehobelt (gerundet), besonders aber an der langen Ecke, weil ihm solches in der Folge bei'm Antreiben an das Gestein vor dem sonst unvermeidlichen Zersplittern sichert. Nachdem er so zugerichtet ist, hängt man ihn in die Grube, bringt ihn an Ort und Stelle und treibt ihn an; wobei denn, wenn er sehr stark ist, oft mehr, als ein Zimmerling, nöthig ist.

Von der Lage der verschiedenen Stempel und von Bühnloch und Anfall derselben wäre somit das Nothwendigste gesagt; da diese Zimmerungsart aber bei dem Grubenbaue von zu grosser Wichtigkeit ist, muss noch Folgendes nachbemerkt werden:

Soll ein Stempel nach dem Fallen des Ganges zu liegen kommen, so kommt das Bühnloch fast jedesmal in's Liegende und der Anfall in's Hangende, das Fallen des Ganges mag seyn, welches es wolle. Soll der Stempel aber söhlig liegen, wie Fig. 8 u. 9, so richtet sich Bühnloch und Anfall nach dem Fallen des Ganges. Fällt nämlich der Gang seiger, wie Fig. 8, so kann man Bühnloch und Anfall nehmen, wo man will. Fällt aber der Gang flach, wie Fig. 9, so kommt das Bühnloch, wenn nicht besondere Umstände eine Aenderung bedingen, allezeit in's Hangende und der Anfall in's Liegende.

Fig. 5, Taf. 12, zeigt den Querdurchschnitt eines vollständigen Förstenkastens mit Stempel, Anpfahl, Schwarten und Bergeversatz.

Doch hat man hierbei zu bemerken, dass, insofern die eben gegebenen Regeln es nicht hindern, das Bühnloch in das feste, der Anfall hingegen in das minderfeste Gesteine gebracht werden muss.

Das söhlige Legen des Holzes auf flachen Gängen kommt vor:

Bei Pfühlbäumen, Tragwerksstegen und auch in den Schächten bei den Stempeln, zu Bühnen, Kunstkästeln u. dergl.

Noch muss ich auch etwas von der Entfernung der Kastenstempel bemerken: sie werden in drei, ist aber der Druck stark, in ein und eine halbe Elle Entfernung auseinander gelegt. Im Ganzen genommen muss zwar die Erstreckung des Kastens söhlig werden, allein da mit 3 oder 6 Ellen langen Schwarten oder Deckholz gedeckt wird und die Köpfe der folgenden Deckhölzer auf die Schwänze der vorhergehenden gelegt werden müssen, so folgt, dass die Kastenstempel zu einem Getriebe, wechselweise einer um den andern, oder alle vier nach der Reihe, um ein Paar Zoll höher und tiefer liegen müssen, wie aus Fig. 10 zu ersehen ist. Die unter dem Wechsel des Deckholzes liegenden Stempel werden die Ansteckstempel, die dazwischen liegenden die Helfstempel genannt.

Um dieses wechselseitige Höher- und Tieferliegen herauszubringen, wird bei jeden 3 oder 6 Ellen der Anstecker zuerst und die Helfer zuletzt gelegt.

Diese, bei Behandlung der jetzt beschriebenen Zimmerungsarten unvermeidliche Ausdehnung war um so weniger zu vermeiden, da es in der Folge nöthig seyn wird, den Leser häufig darauf zu verweisen.

Von der Streckenzimmerung.

Sie begreift nachfolgende verschiedene Arbeiten in sich:

a) die Schlagung des Firstenkastens,
b) die Setzung der doppelten und einfachen Thürstöcke,
c) die Sparrenzimmerung,
d) die Zimmerung mittelst Unterzügen,
e) die Schlagung des Tragwerks und
f) die Legung der Streckengerinne.

Bei den beiden ersten hat man zuvörderst zu unterscheiden, ob die Arbeit bei offenen und fahrbaren Strecken, oder bei'm Betriebe des Orts geschehen soll, oder ob es ein frisches Abtreiben einer verbrochenen Strecke ist. Hat man bei'm Forttriebe eines Orts in der Firste Erze stehen lassen, so hauet man diese hinterher mittelst Firstenbaues aus. Es werden dazu in der Streckenfirste, wenn mit dreielligen Deckhölzern oder Schwarten (die man, wenn sie gesäumt sind, Pfähle nennt) gedeckt wird, in einer Entfernung von 1½ Elle, wenn es aber mit sechselligem Deckholze oder Schwarten geschieht, alle zwei Ellen voneinander Kastenstempel gelegt; ganz nach der Art, wie ich die Legung derselben vorhergehend bei'm Strossenbaue deutlich erklärt habe.

Ein anderer Fall ist, wenn bei einem belegten Orte der Gang im Hangenden und Liegenden zwar haltbar, in der Firste aber lettig oder gebräch ist. Hier muss, um allen, oft nicht vorherzusehenden, Ereignissen möglichst vorzubeugen, die Zimmerung den Häuern gleichsam auf dem Fusse nachgeführt werden, welches folgendermaassen geschieht:

Zuvörderst legt man gleich hinter dem Ortstosse einen Stempel *a*, Fig. 11, Tafel 12 *A*, vom Hangenden zum Liegenden, nach den früher bei der Abhandlung vom Stempellegen aufgestellten Grundsätzen, doch mit dem Unterschiede, dass man den hölzernen Anfall keilförmig macht und den Stempel, da man nicht von Oben dazu kommen kann, von der vordern Seite hereintreibt, welcher der Anstecker genannt wird. Nachdem nun derselbe eingetrieben worden, so werden Schwartenpfähle *b*, welche hierbei nie länger, als drei Ellen, genommen werden, an der vordern Seite gesäumt, über dem Stempel angesteckt und so nebeneinander gelegt, dass die ganze Firste damit unterzogen wird. Sie werden wegen der künftigen Pfähle *c* und Pfändungen, welche darüber zu liegen kommen, mit etwas Ansteigen hineingetrieben. Aus diesem Grunde muss man mit dieser Arbeit so lange warten, bis der Ortstoss weiter gerückt ist, wo sie alsdann erst nachgetrieben werden.

Ist der Ortstoss um 1½ Elle weiter fortgebracht, so schreitet man zur Legung eines zweiten Stempels *c* und verfährt damit, wie bei dem ersten; dieser letztere wird der Helfstempel genannt.

Hierauf treibt man die Pfähle nach und nach hinein und ist der Ortstoss von dem Ansteckstempel *a* um 3 Ellen weiter getrieben, so folgt ein neuer Ansteckstempel *d*. Zwischen diesem und den Schwänzen der Schwartenpfähle *b* werden Pfän-

dungen und neue Pfähle *e* eingetrieben, worauf die Arbeit in der vorigen Ordnung weiter fortgeht.

Hierbei muss ich aber noch bemerken, dass, wenn vor einem söhligen Orte viel Weitung ist, z. B., 4—6 Ellen, die Pfändung erst angelegt wird, ehe der Ansteckstempel hineinkommt, und zwar keine von Breterwand oder Schwarten, sondern von einer Stange, welche ohngefähr 4 Zoll stark seyn kann. Zu diesem Behufe wird ein ordentliches Bühnloch in's Liegende gehauen, die Pfändung aber im Hangenden mit einem Fusspfahle eingetrieben, worauf der Anstecker gelegt wird, mit welchem man um 3 Zoll im Hangenden und Liegenden tiefer unter die Pfändung rückt, damit man mit den Pfählen, wenn wieder angesteckt wird, bequem dazwischen kommen könne. Auch kann die Pfändung zuweilen erspart werden, welches folgendergestalt geschieht: man spreitzt bloss die Schwänze einstweilen mit Spreitzen ab, die man dann wieder wegnehmen kann und setzt den Anstecker, wie gewöhnlich. Der Vortheil, welchen man dadurch hat, besteht vorzüglich darin, dass man das Zuführen sowohl im Hangenden, als Liegenden zum Hülfsstempel als Pfändung ersparen kann, welches allemal, besonders beim festen Gestein, mit grossen Kosten verbunden ist.

Auf ähnliche Art verfährt man auch, wenn man einen verbrochenen Stollen oder Strecke, wo Hangendes und Liegendes gut steht, frisch abzutreiben, oder vorhandene Firstenzimmerung, wegen eines zu fertigenden Streckengewölbes, höher abzutreiben genöthigt ist.

Noch ist der mögliche Fall übrig, dass, wenn der Druck an einem Orte nicht gross ist, man mithin dasselbe einige Lachter darf vorangehen lassen, zuvörderst alle 3 Ellen Stempel gelegt werden und dabei folgendermaassen verfahren wird:

Man legt unter die Firste einen Stempel von gehöriger Stärke, jenachdem das Ort weit oder hoch ist; setzt solchen in das im Hangenden gehauene Bühnloch und hebt ihn mit einem hölzernen keilförmigen Anfalle und Fusspfahle von Bret oder Pfoste an. Ist er nun gehörig scharf angehoben, so fertigt man 1 oder 2 Pfandkeile von zweckmässiger Stärke, und treibt solche über den Stempel hinein, damit sich derselbe, wenn der Fusspfahl noch weiter getrieben wird, nicht mit in die Höhe treibe, sondern Raum zu den Pfählen lässt und desto fester zu liegen kommt.

Diese Pfändekeile gebraucht man auch noch bei mehreren Gelegenheiten, um den Stempel noch etwas an den Fusspfahl niedertreiben zu können.

Auf vorbeschriebene Art legt man in drei Ellen Abstand, incl. der Holzstärke, einen zweiten Stempel und deckt mit Schwartenpfählen oder gerissenem Holze, wobei man jedoch zu vermeiden hat, dass die Schwänze nicht auf den zweiten Stempel aufzuliegen kommen. Man legt desshalb über diesem zweiten Stempel eine Pfändung an, deckt dazwischen Pfändekeile ohngefähr in $\frac{3}{4}$ Ellen nebeneinander und so stark, dass die Pfähle, wenn wieder angesteckt wird, genugsam Raum haben. Zu dieser Pfändung, zumal bei mehr kurzen, als langen Stempeln, kann man schon Breter oder abgeflächte Schwarten brauchen. Ist aber über den Pfählen noch Raum geblieben, so wird solcher gehörig mit Bergen ausgestürzt, damit sie, die Pfähle, in gehöriger Ordnung bleiben, und die Firste keine Gelegenheit zum Einbrechen bekommt.

Auf diese Art wird in allemal 3 Ellen Entfernung ein Ansteckstempel gelegt, und nachdem die auf dem vorletzten Stempel befindlichen Pfändekeile herausgeschlagen worden, das Getriebe gedeckt.

Sollte sich indessen bei irgend einem Getriebe etwas mehr Druck zeigen, so legt man auch wohl zwischen zwei Ansteckstempel noch einen zweiten Helfstempel, so dass er, wie der vorige, genau an die Pfähle anzuliegen kommt. Hat aber die Firste nicht gar zuviel Druck, und ist nicht sehr klüftig, so kann man auch nur weitläuftig verziehen, d. h., nur hie und da einen Stempel anbringen, über demselben aber ein Stück Schwarte, Pfoste und Bret an die Firste legen und zwischen diesen und den Stempel einen Pfändekeil schlagen.

Die Streckenzimmerung besteht ferner:

a) aus der doppelten und

b) aus der einfachen Thürstockzimmerung.

Beide können wieder in drei besondere oder verschiedene Arbeiten eingetheilt werden, welche vorzunehmen sind:

1) Bei offenen fahrbaren Strecken,

2) bei schon im Umtriebe stehenden Oertern,

3) bei'm Abtreiben ganz verbrochener Strecken.

Thürstockzimmerung bei offenen Strecken. Bei dem Grubenbaue tritt häufig der Fall ein, dass Strecken während des Abtreibens haltbar sind, oder es zu seyn scheinen, nach Verlauf etlicher Jahre aber sich davon, sowohl in der Firste, als im Hangenden und Liegenden, grosse Wände losziehen, und somit die Befahrung derselben höchst gefährlich machen.

Zeigt sich diese Erscheinung an allen drei Orten zugleich, so beugt man der Gefahr mit doppelter, scheint es aber bloss in der Firste und an einem Saalbande flüchtig zu seyn, mit einfacher Thürstockzimmerung vor.

Ein doppelter Thürstock besteht, Fig. 3, Taf. 12 und Fig. 12, Taf. 12 *A*, in zwei Thürstöcken *a* und *b*, welche im Hangenden und Liegenden der Strecke schräg oder senkrecht gesetzt und in der Firste mit einem Querholze *c*, welche die Kappe heisst, verbunden werden. Ein einfacher Thürstock, Fig. 13, aber besteht aus einem Thürstocke *a* und ebenfalls einer Kappe *b*, welche letztere an dem einen Ende auf dem Thürstocke aufruhet, an dem andern aber im festen Gestein ansteht.

Der Thürstock *A*, Fig. 14, Taf. 12 *A*, an und für sich, ist wie der Stempel ein beschlagenes oder häufiger ein rundes Stück Holz, indem man bei'm Grubenbaue weniger mit beschlagenem, als mit rundem Holze zu thun hat. Selten hat er mehr als 9 bis 10 Zoll Stärke und $4\frac{1}{2}$ Ellen Höhe, weil man nicht mehr als gewöhnliche Orthöhe und Ortweite behält und also nicht soviel Druck abzuhalten hat, als bei manchen Stempeln.

An beiden Enden wird derselbe mit rechtwinklichem, unten durch die Achse gemachten Schnitte vom Stamme getrennt; bekommt an dem obern Ende, in einer Entfernung von 2—3 Zoll von der Stirne, einen 1—2 Zoll tiefen Einschnitt und die Ecke Holz wird abgespalten. Die von dem Einschnitte verbliebene Fläche *a*, Fig. 14, wird die Stirne, die von dem Abspalten gewordene Fläche *b* aber das Gesicht genannt. Die Kappe *B*, Fig. 14 ist ebenfalls ein rundes Stück Holz, dem jedesmal die Thürstockstärke und $1\frac{1}{4}$—$1\frac{3}{4}$ Ellen Länge gegeben wird. (Siehe auch Fig. 3 *bis*, Taf. 12.)

Soll die Kappe zu einem einfachen Thürstocke gebraucht werden, so bekommt solche nur an einem, ist es aber eine Kappe zu einem doppelten Thürstocke, an beiden Enden einen Einschnitt. Diese Einschnitte müssen natürlich so seyn, dass die untere runde Seite der Kappe auf die untere Stirne *a* des Thürstocks, die Stirne *c* der Kappe

an das Gesicht *b* des Thürstockes und das Gesicht *d* der Kappe auf die obere Stirne des Thürstocks passt.

Wäre nur ein einfacher Thürstock zu setzen nöthig, so bedarf es weniger Kunst den Einschnitt bei der Kappe *B* zu schneiden. Muss man hingegen einen doppelten Thürstock setzen, so müssen die Einschnitte an den Enden der Kappe egal und beide Gesichter so beschaffen seyn, dass man eine einzige ebene Fläche sich daran hingezogen denken kann, oder sie müssen, geometrisch gesprochen, in einerlei Ebene liegen.

Um jedoch allen dabei vorkommenden grossen Weitläuftigkeiten zu entgehen, schneidet man, nachdem die Thürstöcke schon vorgerichtet worden, die ganze Kappe von einem hierzu schicklichen Stamme ab, legt sie waagerecht, quer über zwei Stämme und klammert sie mit Zimmerklammern fest an, so dass sie sich nicht wenden kann. Hierauf misst man die obere Stirne des Thürstocks und zeichnet an dem Ende der Kappe die zu gebenden Einschnitte mit Röthel; hierauf nimmt man die Höhe der Gesichter von den Thürstöcken ab und macht die Schnitte so tief, als diese Höhen waren. Hierauf werden mit dem Kaukamme die Holzecken herausgespellt, wodurch die Gesichter an den Kappen entstehen, endlich aber setzt man auf diese Gesichter eine Setzwaage und flächet und justirt selbige danach völlig ab. Der Gebrauch der Setzwaage ist hierbei um so nöthiger, da sonst die Gesichter eines gegen das andere verwendet stehen und die Kappen nicht fest auf beiden Thürstöcken liegen würden.

Ist nun die Höhe und Weite eines doppelten Thürstocks abgenommen, nebst der Kappe auf die eben beschriebene Weise vorgerichtet und in die Grube gehangen worden, so wird derselbe gesetzt. Zuerst werden dabei die Füsse in die gehörigen Bühnlöcher gebracht und die Köpfe nebst der Kappe nach und nach aufgerichtet und angetrieben, bis das Ganze senkrecht steht.

In Freiberg, wo die Gänge nicht allzu mächtig sind und folglich die Strecken nicht zu weit werden, setzt man die Thürstöcke durchgängig seiger. Auf Gängen aber, welche mehr Mächtigkeit haben, als in dem angeführten Reviere, ist man wohl auch oft genöthigt, die Thürstöcke auf der Sohle weiter auseinanderzusetzen, als die Kappe, ohne Gefahr, zu brechen, lang werden kann; folglich ihnen eine schiefe Stellung gegen einander zu geben (Fig. 3 u. 4, Taf. 12). Aber nicht die verschiedentliche Weite der Strecke allein macht den Beweggrund zur senkrechten oder schiefen Stellung des Thürstockes aus, sondern auch das Verhältniss des Firsten- und Seitendruckes gegeneinander giebt die Regel dazu an. Ist nämlich mehr Seiten- als Firstendruck vorhanden, so kann man die Thürstöcke schief, im umgekehrten Falle aber senkrecht stellen.

Sind die Thürstöcke gestellt, so treibt man, in der Firste über den Kappen, im Hangenden und Liegenden hinter den Thürstöcken, Schwartenpfähle oder Deckholz ein, und zwar so, dass sie rundherum etwas greifen, d. h., in der Firste über sich und im Hangenden und Liegenden nach dem Gesteine hineingehen. Es wird hierauf bei 3 Ellen söhligem Abstande von diesen Thürstöcken wieder ein anderer aufgerichtet, und damit auf gleiche Art, wie bei dem vorigen, verfahren, doch mit dem Unterschiede, dass solche nicht dicht an die Schwänze der Pfähle zu stehen kommen, weil man hier noch für die Pfändung und Pfändekeile Raum übrig behalten muss. Beide Thürstöcke nennt man die Anstecker.

Ist der Druck des Gesteins nicht sehr stark, so wäre das Getriebe mit jenen Vorrichtungen beendigt, im entgegengesetzten Falle aber, wo man dem Augenscheine

nach viel Druck vermuthen kann und zu befürchten ist, dass die Pfähle entzwei gedrückt würden, wird noch ein Helfthürstock in der halben Entfernung beider Anstecker angebracht, da, wenn der Druck ausserordentlich stark ist, zwischen jeden Anstecker noch ein sogenannter Einwechsler gesetzt, und zwar so hoch und weit, dass die Pfähle soviel, wie möglich, überall anliegen können. Lässt sich letzteres aber nach der Lage der Oerter nicht bewerkstelligen, und es bleiben daher Oeffnungen zwischen den Pfählen, so treibt man Pfändungen oder Pfändekeile ein, wodurch das genaue Anschliessen aller Pfähle erlangt wird. Der noch darüber befindliche leere Raum, sowohl zwischen den Pfählen, als Gestein, in der Firste im Hangenden oder Liegenden, wird sodann mit Bergen ausgesetzt.

Bei jedesmaligem Abstande von 3 Ellen wird ein Anstecker gesetzt und Pfähle hineingetrieben, auch ein Helfthürstock zwischen den Anstecker gesetzt. Allemal aber wird an dem Thürstocke, wo angesteckt wird, eine Pfändung unter den Schwanz der Pfähle und unter die Pfändung auch Pfändekeile hineingetrieben, und zwar letztere deswegen, damit man gleich wieder mit den Pfählen zwischen die Kappe und die Pfändung kommen könne; die Pfändung aber deswegen, damit in Zukunft die sämmtlichen Pfähle, wenn sie faul geworden sind, auf eine leichtere Art ausgewechselt werden können.

Ist die Sohle des Orts abgebauet, so werden entweder zu beiden Seiten lange Grundlagen gelegt, und runde vertiefte Bühnlöcher, welche ebene Flächen haben, oder Bühnlöcher, in deren Flächen Kreuze eingehauen sind (Kreuzbühnlöcher), hineingemeisselt, damit die Thürstöcke darin ruhen können, oder es werden Grundschwellen quer über die Ortsohle angebracht und ebenfalls dergleichen Bühnlöcher eingemeisselt.

Ist die Sohle zwar nicht abgebauet, aber dabei klüftig, oder das Wasser steht auf den Strecken, so dass man nicht im Stande ist, ein gehöriges Bühnloch in das Sohlengestein zu hauen, so legt man ein hölzernes Bühnloch von drei Zoll starken Pfosten auf das Gestein, oder treibt zugespitzte Pfähle hinein, bis sie fest sind. (Siehe Fig. 4, Taf. 12.)

Hat hingegen Hangendes und Liegendes unten viel Druck, so werden die Thürstöcke 6 Zoll tiefer gesetzt, als die wahre Ortsohle ist und eine Spreitze zwischen die Thürstöcke eingetrieben.

Für den Seitendruck in der Ortshöhe endlich, giebt der Tragwerksteg eine Spreitze zugleich mit ab.

Gesetzt aber, dass nur die Firste und das Hangende, oder Firste und Liegendes vorgezogen werden müssen, so sind nur einfache Thürstöcke nöthig.

Im Ganzen wird dabei ebenso verfahren, wie bei doppelten Thürstöcken, nur dass hier, die Kappe mit dem einen Ende in das Gestein anzuliegen kommt, wie Figur 13 darstellt.

Ist aber nur in gewissen Puncten eine Strecke sehr klüftig, oder es muss eine grosse Wand abgefangen werden, so sind nur einzelne Thürstöcke, entweder einfache oder doppelte, zu setzen nöthig, um das Gestein mittelst Pfändung oder Pfändekeilen in Ruhe zu erhalten.

Nachdem ich nun jene besondern Fälle durchgegangen und beendigt habe, so komme ich nunmehr zur Beschreibung

der Thürstockzimmerung sowohl hinter sehr feigen Oertern, als bei'm frischen Abtreiben. Bei diesen Arbeiten verfährt man in der Ordnung, wie

früher bei dem Abtreiben mit Firstenstempel erwähnt worden ist, doch so, dass hier statt der Stempel allezeit ein doppelter oder einfacher Thürstock gesetzt werden muss, daher ich den Leser füglich dahin verweisen kann.

Die Hauptsache, worauf hier alles ankommt, ist, dass man die Pfähle immer etwas greifen lässt, damit man bei den neuen Ansteckthürstöcken einen hinlänglichen Zwischenraum zwischen den Schwänzen der Firstenpfähle und der Kappe, sowie zwischen den Seitenpfählen und den Thürstöcken, bekommt um die Pfändung und die Pfändekeile hineinzubringen.

Sollte aber der Druck so stark und ein augenblickliches Zubruchegehen zu befürchten seyn, so dass man *nicht* Zeit hat, den Thürstock richtig zu setzen, so spreitzt man einstweilen in der Nähe die Pfähle ab und setzt nicht nur Helfthürstöcke zwischen die Anstecker, sondern auch Einwechsler, und unter dieser Sicherheit geht man alsdann mit der Arbeit weiter.

Noch ist einer Art von Grubenzimmerung zu erwähnen übrig, welche sowohl bei offenen Strecken, als bei'm Betriebe und bei der Aufgewältigung der Oerter vorkommt, nämlich Stütze oder verkürzte Thürstöcke.

Ein sogenannter Stutz ist *a*, Fig. 15, Taf. 12, *A*. Es ist ein ganz, oder beinahe senkrecht stehender Stempel, welcher gesetzt wird, um etwa eine Wand zu unterstützen, oder um dem Tragwerksstege *c*, wenn das Hangende sehr unterfällt, einen haltbaren Anfall zu verschaffen. Ein verkürzter Thürstock *a*, Fig. 16, aber ist der, welcher nicht ganz von der Kappe *b* bis auf die Sohle reicht, sondern im Liegenden der Strecke auf einen Sims oder Absatz zu stehen kommt.

Wann und wie beide anzubringen sind, erhellt theils aus der Zeichnung, theils lässt sich das Verfahren bei denselben aus der bisher gegebenen Anleitung abnehmen, daher ich von *solchen nichts* weiter zu sagen nöthig finde.

So hat man auch noch bei der Grubenzimmerung *halbe* Thürstöcke *a*, Fig. 17, im Gebrauche.

Diese werden dann gebraucht, wenn das Gestein auf einer Seite nach der Sohle etwas klüftig ist und man keinen Anfall oder Bühnloch für den Tragwerkssteg *b* anbringen kann. Aeussert das Gestein etwa Druck, so dient der Steg statt einer Spreitze und wird in diesem Falle etwas stärker, als gewöhnlich, genommen.

Noch sind die ausgekehlten und geschuhten Thürstöcke *a* Fig. 18 und *a* u. *b*, Fig. 19 u. 20, zu bemerken.

Ausgekehlte Thürstöcke *a*, Fig. 18, sind solche, welche oben nicht geschnitten, sondern ausgekehlt sind und worauf eine uneingeschnittene Kappe *b* kömmt. Der Seitendruck wird durch eine ausgekehlte Spreitze *c*, welche von Unten herauf bis an die Kappe getrieben wird, abgehalten. Die geschuhten Thürstöcke, Fig. 19 und 20, kommen nur auf Strecken und hauptsächlich da vor, wo der Gang sehr flach fällt und die Firste hineinbrechen will, oder auch, wo der Gang seiger fällt und das Gestein von der einen Seite sehr feige ist. Im ersten Falle sind es eigentlich senkrecht stehende Kastenstempel, im zweiten aber wahre Thürstöcke, jedoch ohne Kappen; sie werden theils barfuss gelegt, theils bekommen sie einen hölzernen Anfall oder Fusspfahl. Uebrigens wird das Setzen derselben für diejenigen, welche die bisher vorgetragenen Sätze verstanden haben und auszuüben im Stande sind, nicht mehr schwer fallen, daher ich mich nicht dabei verweilen will.

Länger werde ich mich dagegen bei einer andern Art von Streckenzimmerung aufhalten müssen, es ist solche aus Kasten- und Thürstockzimmerung zusammengesetzt, wird bei dem sächsischen Bergbaue häufig angetroffen und leistet vortreffliche Dienste.

Man legt nämlich den Firstenstempel *a*, Fig. 21 und 22, entweder söhlig oder flach, jenachdem es das Fallen des Ganges erforderlich macht und treibt ihn so ziemlich fest an, jedoch nicht ganz; hernach wird er, wie es sich will thun lassen, ein Wenig von Unten herauf eingeschnitten und ausgeflächt, und dieses sowohl zunächst bei'm Fusspfahl, als bei'm Anfalle. Alsdann werden Thürstöcke *b b* eingeschleift, die unten in ein Bühnloch gesetzt werden, oben aber eine kurze und lange Ecke haben, auch wird auf der runden Seite des Thürstocks *c* ein Wenig eingeschnitten und gleichgeflächt. Hierauf treibt man den Stempel fest nieder, entweder mit dem Treibefäustel, wenn nämlich hinlängliche Höhe über dem Stempel vorhanden ist, oder man bedient sich der Pfändung oder Pfändekeile.

Zuletzt aber werden die Pfähle rundherum angesteckt und hineingetrieben, auch der leere Raum hinter selbigen mit Bergen ausgesetzt.

Wenn der Gang aber sehr flach, z. B., noch unter einem Winkel von 45° fällt, wie Fig. 23, und zugleich ziemlich mächtig ist, so dass das liegende Saalband der Streckensohle gleich ist, so kommt die dabei anzuwendende Zimmerung dem Ansehen nach der Sparrenzimmerung sehr nahe, ob solche gleich im Ganzen sehr voneinander verschieden sind.

Auch bei dieser Zimmerung muss man etwas mehr, als gewöhnliche Ortshöhe, annehmen.

S p a r r e n z i m m e r u n g. Diese Zimmerung wird da angewendet, wo der Gang sehr mächtig, das Ort sehr weit, und die Firste abgebauet ist, Hangendes und Liegendes aber haltbar sind. Der Firstenstempel oder Unterzug *a b*, Fig. 26, würde ohne Unterstützung nicht halten; diese Haltbarkeit bekommt er lediglich durch die beiden Sparren *c d* und *e d*. Da diese zusammen in den Mittelpunct des Firstenstempels drücken, so wird dadurch dessen Länge getheilt, wodurch er eine desto grössere Last tragen kann.

Das Verfahren hierbei ist folgendes: erstlich wird der Stempel abgerichtet und gelegt, sowie bei andern Firstenzimmerungen, nur mit dem Unterschiede, dass er hier nicht ganz fest angetrieben wird. Darauf wird der eine Sparren *e d* abgemessen, geschnitten und unten in ein ordentliches Bühnloch gesetzt, und so wird auch der andere Sparren *c d* abgemessen, geschnitten und gelegt, dergestalt, dass man ihn mit der Stirn *d* an den ersten Sparren ansetzt und unten von Vorne, nach der Länge der Strecke zu antreibt, wesshalb bei *e* ein ordentlicher Anfall gehauen seyn muss. Jeder Sparren bekommt eine lange und kurze Ecke, erstere aber wird wieder etwas abgeschnitten, sowie es nämlich der Winkel verlangt. Zugleich wird die durch diesen Schnitt entstandene Stirne etwas ausgekehlt, damit sie den Stempel wenigstens 1 Zoll umgreifen kann. Die platten Stirnen kommen aneinander in einer senkrechten Ebene bei *d* zu stehen, wodurch die Sparren gehindert werden, nach dem Hangenden und Liegenden sich zu ziehen; die Auskehlung aber dient dazu, dass die Sparren weder vor noch rückwärts fallen können. Auch der Tragwerkssteg *f g* kommt solchen zu Statten, dass sie nicht zusammengehen können, denn dieser wird auch von Vorne hineingetrieben und spreitzet die Sparren noch mehr auseinander.

In einer Entfernung von 3 Ellen wird ein dergleichen Sparrenstempel, wie ich ihn nennen möchte, gelegt und die Länge, wie gewöhnlich, in der Firste gedeckt. Auch wird nöthigenfalls in einer halben Länge noch ein Helfer angebracht.

Alles Uebrige bestimmt sich nach den jedesmaligen Umständen, und wie es vorhergehend bei Gelegenheit der Thürstockzimmerung erwähnt worden ist.

Man wendet die Sparrenzimmerung auch dann an, wenn in brüchigem und rölligem Gebirge, welches einen starken Druck ausübt, enge Strecken oder Stollen, zum Wetterwechsel, zur Wasserlosung oder selbst zum Abbaue, getrieben werden sollen. Die Zimmerung erhält alsdann die Gestalt, Fig. 7, Taf. 12. Die beiden Thürstöcke legen sich oben gegeneinander und stehen unten auf einem Sohlholze. Diese Art der Zimmerung ist fest und wohlfeil und kann, da sie nur wenig Raum gewährt, nur bei Strecken und Stollen angewendet werden, die weder zur Förderung noch zum gewöhnlichen Fahren dienen.

Wir müssen hierbei noch einer andern Art von Zimmerung erwähnen, welche bei rölligem, aber wenig druckhaftem Gebirge angewendet wird, und die in Fig. 6, Taf. 12, dargestellt ist. Sie besteht aus vier Pfosten oder Bohlen, die 5 bis 7 Centim. (2 bis 2½ Zoll) stark und, jenachdem es erforderlich ist, 30 bis 40 Cent. (12 bis 15 Zoll) breit sind. Sie bekleiden die vier Seiten der Strecke, und zwar so, dass die Enden von zwei parallelen Bohlen hinter die Enden der beiden andern treten, wie es die Figur zeigt. Sie werden in den Ecken durch Schwellen und Balken, die viereckig, und an welche die stehenden Bohlen angenagelt sind, auseinander gehalten. Diese Sohlhölzer und Förstenbalken liegen an den Wechseln dicht aneinander. Der Häuer hauet die Strecke auf einmal so weit aus, als eine Bohle breit ist, und setzt sogleich eine Breite der Zimmerung, bestehend aus vier Bohlen, ein. Es darf rings um dieselbe kein leerer Raum bleiben, und der Strecken- oder Stollenhieb muss daher sehr regelmässig seyn, und wenn kleine Einbrüche erfolgen, so müssen die Höhlungen sogleich wieder ausgefüllt werden, nachdem die Bohlen hingesetzt sind. — Diese Art der Zimmerung ist leicht und besonders in schwebenden Strecken anwendbar. Man findet sie, nebst der, in Fig. 7 abgebildeten, sehr häufig in den Kupfergruben von Pembroke bei St. Austle in Cornwall. Das dortige Ganggestein ist eine sandige, röllige und wasserführende Masse.

Ich komme nun zur

Zimmerung mittelst Unterzügen. Es giebt zwei Arten dieser Verbauung. Die Unterzüge werden entweder nach der Länge des Stollens oder der Strecke, Figur 24, Taf. 12 *A*, gelegt, oder sie kommen, wie die Stempel- oder Thürstockkappen quer über die Strecken zu liegen, wie Fig. 25, und zwar, wie es schon der Name mit sich bringt, in der Firste. In beiden Fällen werden die Unterzüge mit ausgekehlten Thürstöcken oder mit Bolzen unterstützt; Alles zusammen aber, wenn es die Noth erfordert, mit Schwartenpfählen verschossen.

Die Schlagung des Tragwerks. Die Schlagung des Tragwerks besteht, Fig. 2, Taf. 12 und Taf. 12 *A*, Fig. 27 *a*, aus Stegen mit aufgenagelten Spindebretern. Die Stege sind Hölzer, welche auf einer Seite beschlagen oder breit gehauen werden, damit die Laufbreter mehr Aufliegen bekommen und auf ihren Wechseln gut aufgenagelt werden können. Sie sind so lang, als wie es die jedesmalige Weite des Orts erfordert, also 1½, 2 auch 3, ja öfter 4 Ellen, und ihre Stärke bleibt immer im Verhältnisse zur Länge. Bei 1½—2 Ellen Weite braucht der Steg nicht über 4—5 Zoll

stark zu seyn; nimmt indessen die Weite der Strecke zu, so muss auch der Steg stärker werden und kann zuweilen 6, 7 und 8 Zoll Stärke haben müssen.

Diese Hölzer werden vom Hangenden zum Liegenden quer über die Strecke gelegt und zwar, damit man während dem Fahren nicht in die Seiten gleite, jedesmal söhlig. Das Tragwerkschlagen hat also viel Aehnliches mit der Legung der Kastenstempel, man muss hier so gut als dort Bühnloch und Anfall hauen und den Weg mit den Sperrmaassen abnehmen; ja weil solche stets söhlig gelegt werden, das Fallen des Ganges mag seyn, welches es wolle, und weil auch öfter die Strecken- oder Stollenwasser sehr hoch gehen, so ist diese Arbeit häufig noch schwieriger, als die Firstenzimmerung.

Die Wahl des Orts zu Bühnloch und Anfall wird nach verschiedenen Umständen bestimmt. Ist die Strecke flach, so nimmt man das Bühnloch im Hangenden, den Anfall aber im Liegenden; ist sie aber seiger, so wechselt man mit Bühnloch und Anfall gegeneinander ab. Hat jedoch das Hangende mehr Festigkeit, als das Liegende, oder auch umgekehrt, so nimmt man das Bühnloch auf der ganz festen, den Anfall aber auf der minder festen Seite, weil das Bühnloch tiefere Sohle bekommen muss, als der Anfall.

Hölzerne Anfälle oder Fusspfähle sucht man möglichst bei den Stegen zu vermeiden, und ist es ein Zeichen von schlechter Zimmerung, wenn man auf Strecken oder Stollen viel Fusspfähle an den Tragwerksstegen findet.

Will man nun neues Tragwerk schlagen, so wägt man mittelst Schnur und Gradbogen oder der Setzwaage vom letztern Ortsstege 6 Ellen nach dem Orte zu, söhlig ab, zeichnet es in's Gestein ein und rückt noch $\frac{1}{4}$ Zoll höher, damit auf 100 Lachter ein reichliches Achtellachter (12 Ellenzolle) Ansteigen wird, und legt darauf den neuen Ortsteg, und zwischen diesen und den vorhergehenden noch zwei Mittelstege.

Sollte man jedoch aus vortheilhaften Gründen sich veranlasst finden, Tragwerk in genau söhliger Ebene zu schlagen, z. B., auf Strecken, wo ein Hundelauf angelegt werden soll und dergleichen, so versteht es sich von selbst, dass man es bei dem Abwägen bewenden lasse und den neuen Ortsteg legen muss, ohne $\frac{1}{4}$ Zoll höher zu rücken. Jenes Höherrücken geschieht gemeiniglich, dieses aber ist eine Art von Ausnahme.

Die Höhe des Stegs über der Sohle wird gewöhnlich $\frac{1}{4}$ Lachter oder 21 Ellenzolle genommen, ausser bei Hauptstellen, wo man wohl $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ auch ein ganzes Lachter Höhe giebt. Sind auf der Strecke Thürstöcke vorhanden, so werden die Stege zwischen dieselben eingetrieben, oder, richtiger zu reden, die Stege werden stets mit den Thürstöcken zugleich gefertiget.

An dem einen Thürstocke *a*, Fig. 12, werden söhlige Einschnitte gemacht und das Stückchen Holz dazwischen herausgehauen. Der dadurch entstandene Raum heisst das Bühnloch. An dem andern Thürstocke *b* wird nur ein Einschnitt gemacht und ein Paar Späne von Oben nieder weggenommen. Diese Vertiefung heisst der Anfall; und nun wird der Steg von Oben niedergetrieben. Uebrigens wechselt man hier ebenfalls mit Bühnloch und Anfall gegeneinander ab.

Sind aber auf einer Strecke keine Thürstöcke vorhanden, so wird Bühnloch und Anfall in das Gestein, wenn es gut ist, eingehauen; ist Hangendes und Liegendes klüftig, so werden Fig. 17 halbe Thürstöcke gesetzt. Ist aber eine Strecke sehr flach, so dass mit einem Bühnloche gar nicht anzukommen ist, so wird Fig. 28 vorher ein schwacher Stutzstempel *a* gesetzt und dann der Steg ebenfalls darauf angetrieben.

Ist endlich der Steg sehr lang, z. B., bei sehr weiten Strecken, so wird in der Mitte, Fig. 23, mit einem Bolzen unterstützt.

Das Ansteigen des Tragwerks richtet sich nach dem Ansteigen der Streckensohle, jedoch sucht man kleine Vertiefungen oder Erhöhungen der Sohle von 2—4 Zoll auszugleichen oder zu verstecken, damit solche bei der Förderung nicht hinderlich werden. Auch trägt das Wasser schon zur Ausgleichung mechanisch bei; die Oberfläche desselben bleibt immer ziemlich waagerecht, und nach dem Wasserspiegel muss sich doch das Tragwerk richten.

Ist es eine Strecke, wo wenig Wasser abziehen, oder wo die Förderung nicht stark ist, so schlägt man nur in der Mitte ein Laufbret quer über die Strecke, d. h., längs dem Hangenden und Liegenden hin. Verbinden sich aber obige beiden Umstände, oder sollten die Wetter nach dem Orte zugeleitet werden müssen, so bedient man sich des zugemachten Tragwerks, so dass die ganze Wasserseige überdeckt und überdies noch auf das Ganze ein besonderes Laufbret aufgeschlagen wird, damit letzteres, wenn es wandelbar ist, sogleich wieder ausgewechselt werden könne, ohne das ganze Tragwerk aufzureissen. Diese letzte Vorrichtung nennt man zugemachtes oder geschlossenes Tragwerk.

Die Zurichtung einer Strecke zum Hundelaufe fordert, dass man zugemachtes Tragwerk fertigt und die harten Hundlaufspfosten parallel, und zwar in einer solchen Entfernung, aufnagelt, als der Förderungshund bedarf.

Der Unterschied zwischen diesem und dem gemeinen Tragwerke ist nur, dass hier wegen der grossen Last des Hundes stärkere Stege gelegt werden müssen.

Soll ein Tragwerk dienen, Wetter vor einen Ort zu bringen, so würde es der Absicht entgegen seyn, die Luft über und unter dem Tragwerk in Verbindung kommen zu lassen; daher müssen alle Wechsel sehr gehebe gemacht, und alle Fugen ganz dicht verschmiert werden.

Kommen aber aus der Firste Wasser herein, welche in die Wasserseige geführt werden sollen, so hat man das einfache Mittel, dass man in verschiedenen Entfernungen Kästen auf dem Tragwerk anlegt und die Wasser hineinleitet. Sind die hereindringenden Wasser nicht stark, so bohrt man Löcher in die Böden der Kästen und versieht sie mit Zapfen, welche man, wenn die Kästen voll sind, herauszieht und so das Wasser in die Wasserseige laufen lässt. Sind aber die Wasser stark, so bringt man in dem Boden eines jeden Kastens nur ein mässiges Loch an, so dass zwar die Wasser noch durchkommen können, der Kasten aber doch immer voll Wasser steht und dadurch für den Durchgang der Luft verschlossen bleibt; dann nach hydrostatischen Grundsätzen wird eine gewisse Quantität Wasser, wenn sie einen höhern Stand bekommt, durch eine kleinere Oeffnung dringen, als wenn ihre Oberfläche weniger hoch über dem Boden sich befindet.

Noch eine auf Stollen und Strecken häufig vorkommende Arbeit ist

das Legen der Streckengerinne. Ehedem brauchte man zu dem Streckengerinne ordentlich ausgehauene Rinnen von erforderlicher Höhe und Weite; der Boden derselben war nicht winklich, sondern concav, und diese Höhlung richtete sich nach der Convexität des äussern Umfanges. Jetzt aber, wo das Holz rarer und jene Art überdem holzfressender ist, sind solche nicht mehr im Gebrauche, sondern man bedient sich der viereckigen Gerinne, oder auch der Spundstücke.

Die Arbeit der Streckengerinne in Rücksicht ihrer Legung wird in zwei verschiedene Arten abgetheilt, nämlich:

a) Legung der gemeinen Gerinne und

b) Legung der Spundstücke.

Die gemeinen Gerinne werden von 10-, 12- bis 14-, auch 16zölligen Spindebretern, nach Erforderniss der jedesmaligen Umstände, gefertiget, und zwar mittelst Nath und Spund ineinander gespündet, oder bloss aneinander geschlagen.

Es kommen daher zu einem Gerinne ein Boden- und zwei Seitenbreter, welche letztere man auch Backen nennt; oben aber bleibt es offen. Damit es auch nicht auseinander oder zusammengetrieben werden könne, wird bei einem dreielligen Gerinne in der halben Länge, bei einem sechselligen aber in zwei Ellen Entfernung ein Steg gelegt. Dieser ist ebenfalls aus Bretern geschnitten, ungefähr 3—4 Zoll breit und wird mit den Enden, welche man als sogenannte Schwalbenschwänze zurichtet, in die Bretkanten, Fig. 29, eingeschnitten.

Das Zusammenstossen der Gerinne geschieht dergestalt, dass man bei jedem Gerinne die Seiten und das Bodenbret an dem vordern Ende auswendig, an dem hintern Ende aber inwendig keilförmig hauet oder schneidet, so dass allemal ein Gerinne in das andere passt und auf $1\frac{1}{2}$ Z. sich schneutzt. Man macht auch noch an jedem Ende des Gerinnes, ehe noch die Breter zusammengeschlagen sind, einen Einschnitt von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Breite und $\frac{1}{4}$ Zoll Tiefe, hauet das Holz heraus und schiebt bei'm Zusammensetzen dünne Breterstückchen, so gross wie Dachspäne, hinein, welche nun das Wechsel völlig überdecken. Diese Späne übernagelt man mit eisernen Gerinnsenkeln, wodurch dann das Gerinne seinen völligen Zusammenhang erhält.

Die Spundstücke, welche man auch zum Wasserabführen braucht, sind weit grösser, als die Bretgerinne und werden überhaupt auf Strecken, wo viel Wasser abzuführen ist, z. B., auf Hauptstollen und Abzugsröschen, gebraucht. Die Seitenstücke hierzu werden in der Schneidemühle aus Pfosten dergestalt geschnitten, dass solche an der einen Seite ohngefähr $2\frac{1}{2}$, an der entgegengesetzten aber 5 Zoll Stärke erhalten. Die Zimmerlinge hauen nun an diesen Pfosten, Fig. 30, an der schrägen Seite soviel aus, *a*, dass unten ein Sims oder Sohlenstück *b*, von $2\frac{1}{2}$ Zoll Breite, bleibt, damit darauf die Bodenbreter, welche querüber aufgenagelt werden, zu liegen kommen. Es ist leicht zu erachten, dass diese Vorrichtung auf der einen Seite, wenn Alles genau und winkelrecht gefertigt wird, das Wasser weit besser hält, als die Gerinne, auf der andern aber auch viel kostbarer ausfallen.

Die Höhe und Weite der zu fertigenden Spundstücke richtet sich zwar lediglich nach der Menge der darin abzuführenden Wasser; doch nimmt man die Weite immer so gross, als möglich, und bricht dagegen an der Höhe ab, indem sich bei stärkerem Zuflusse der Grubenwasser die Höhe der Spundstücke, mithin auch der Fassungsraum durch Auftragepfosten von 4—5 Zoll Höhe, welche man mit langen Auftragenägeln befestigt, leicht vergrössern lässt. Auf Stollen und Strecken, wo die Spundstücke schon an den Tragwerksstegen antreffen, zieht diese Vergrösserung allemal die Erhöhung des Tragwerks nach sich, hingegen bei Abzugsröschen der Kunstgezeuge etc., wo man nicht besonders Tragwerk schlägt, fällt dieser Aufwand weg.

Ehe ich von dieser Materie abbreche, muss ich noch das Nothwendigste, so man bei der jedesmaligen Herstellung oder Legung der Gerinne und Spundstücke noch zu beobachten hat, kurz berühren.

Zuvörderst nimmt man in Obacht, ob die Sohle nicht abgebauet, mithin zu Abführung der Wasser nur insofern nicht geschickt ist, dass sie offene Klüfte hat; in diesem Falle legt man die Gerinne auf das Gestein, die Unebenheiten aber gleicht man mit klaren Bergen aus. Ist aber die Sohle abgebauet, hohl oder auch zu tief, als dass die Gerinne darauf liegen könnten, so werden besondere Stege geschlagen.

Bei Spundstücken sind fast allezeit, und zwar nach Umständen mehr oder weniger starke Stege nothwendig, welche gewöhnlich die Gestalt der Zwinger, Fig. 31, erhalten, oder es werden, wie Fig. 32 zeigt, kleine Plöcke an den Ecken eingeschlagen, welche das Spundstück noch besser zusammenhalten. Oft können auch Umstände eintreten, dass man ordentliche Säulen, Fig. 33, an den Seiten in die Höhe führen muss, z. B., wenn die Gerinne über Tage zu einem Gebäude geführt werden sollen, wo alsdann jedes Paar Säulen mit einer Kappe verbunden wird.

Auswechslung der Streckenzimmerung. Bei Einwechslung eines Stegs, Thürstocks, Stempels und dergleichen ist zwar keine so grosse Genauigkeit nöthig, als bei Setzung oder Legung der neuen Zimmerung; jedoch sind die technischen Handgriffe bei'm Einwechseln von jenen Arbeiten immer verschieden, und öfters ist erstere mehr Schwierigkeiten unterworfen, als letztere, da das Gebirge von der Art seyn kann, dass man ohne Gefahr nicht eher ein altes Stück Holz wegbringen darf, ehe ein anderes an dessen Stelle gesetzt worden, welches dann entweder perpetuirlich oder nur einstweilen den Dienst des alten vertreten muss. Die so verschiedenen möglichen Fälle hierbei aber lassen sich weder ganz genau bestimmen, noch anführen, folglich auch dafür keine festen Verhaltungsregeln angeben. Alles hängt von den jedesmaligen zufälligen und mitwirkenden Umständen ab, ob, z. B., mehr Holz schon hereingegangen, oder ob die Zimmerung, welche zunächst den auszuwechselnden Stempeln steht, noch gut, oder ob der Druck des Gebirges stark oder nicht stark ist etc. Nach diesen verschiedenen Erscheinungen richten sich ganz natürlich die zu machenden Vorkehrungen, welche man in dergleichen Fällen anwenden muss.

Da indessen die gehörige Auswechslung des Gezimmers bei'm Grubenbaue immer ein sehr wichtiger Gegenstand für jeden Grubenvorsteher ist, indem man bei gehöriger Aufsicht durch zeitige und schleunige Ausschlagung vorzüglich morsch gewordener Stempel und dergleichen oft grossem Schaden vorbeugen kann, so wird es nicht überflüssig seyn, wenn ich die hier gewöhnlich vorkommenden Fälle dennoch anführe, nämlich;

a) das Einwechseln einzelner Stempel, welche zum Abfangen sich losgezogener Wände gelegt worden sind, kann füglich nicht anders geschehen, als dass man die Wand auf beiden Seiten des Stempels entweder über oder unter demselben abspreitzt, dann den alten Stempel wegnimmt und einen andern an seine Stelle bringt. Das Abspreitzen selbst aber geschieht ebenso, wie bei gewöhnlichen Stempeln, dass man runde Stücken Hölzer zwischen Hangendes und Liegendes fest antreibt, nur mit dem Unterschiede, dass solche hier weder Bühnloch noch Anfall bekommen, sondern auf das blosse Gestein angetrieben werden und oben ein Stück Pfoste, Bret oder Schwarte, welches 1, auch 2 Ellen lang seyn kann, damit sie die gewöhnlichen Berührungspuncte erhalten, statt des Fusspfahles bekommen.

Nach gehöriger Abspreitzung der Wand wird der Stempel mit Behutsamkeit weggenommen, indem alles unnöthige Klopfen vermieden und überhaupt mit möglichster

Geschwindigkeit verfahren werden muss. Man braucht hier die alten Anfälle und Bühnlöcher, wie sie sind, nimmt den Stempel mittelst Sperrmaassen danach ab, schneidet und bringt ihn in die gehörige Lage und schlägt alsdann die Spreitzen wieder weg. Sind aber mehrere Stempel an die Wand angelegt und man darf es wagen, den Stempel herauszuschlagen, ohne dass etwas hereingeht, so braucht man hier die Spreitzen nicht, sondern bringt sogleich, nachdem man den alten Stempel herausgeschlagen, einen andern an dessen Stelle.

b) Bei'm Firstenkasten auf einer Strecke geschieht die Einwechslung einzelner Stempel also, dass man demselben einen Hülfsstempel, wie eine Spreitze legt und sodann erst hereinhauet (das Ausschlagen geht hier nicht an) und mit einem neuen vertauscht, wobei zu beobachten ist, dass man die Stempel von der Seite oder von Unten hinauf treiben muss. Im erstern Falle hat man bisweilen nur, im zweiten aber fast immer einen Fusspfahl an dem Anfalle nöthig, weil der Anfall einige Zoll in's Gestein gehauen ist, so dass man den Stempel nicht so lang schneiden kann und folglich die Vertiefung mit dem Fusspfahle ausfüllen muss.

Hat der Stempel söhlig gelegen, so muss man an der Seite des Anfalls das hinderliche Gestein mit Schlägel und Eisen weghauen, damit solcher unmittelbar an das Gestein anzuliegen komme; ist dies aber nicht möglich, so werden hölzerne Bühnlöcher und Fusspfähle angebracht und mit solchen gegeneinander gewechselt. Hat aber der Stempel aufgerichtet gelegen, so kann man einen Fusspfahl gebrauchen, ohne dabei zu befürchten, dass der Stempel herunterrutschen werde, denn er bekommt, da des Fusspfahls äussere Fläche mit der des Anfalls am Stempel parallel ist, immer noch die lange Ecke, die er ohne Fusspfahl würde bekommen haben.

Ist nun die Fläche des Anfalls so tief eingehauen, dass man das Gestein nicht weiter weghauen kann, oder ist kein Raum zur Arbeit vorhanden, so wird der Stempel von Unten herauf angetrieben. Unter solchen Umständen wird ein keilförmiger Fusspfahl genommen, wobei der stärkere Theil allemal unten zu stehen kommt.

Die oben erwähnte Arbeit selbst geschieht folgendergestalt: Nachdem der Fusspfahl sowohl als der Stempel gehauen und abgerichtet worden ist, wird letzterer in seine Lage gerichtet und so lange gewendet, bis die lange Ecke genau nach Oben kommt, alsdann von einem Zimmerlinge in dieser Lage fest erhalten, zwischen ihn und den Anfall der Fusspfahl von einem andern Zimmerlinge von Unten hinauf gesteckt und mit dem Kaukamme angetrieben. Liegt nun der Stempel so fest, dass kein Herunterfallen desselben zu befürchten ist, so nimmt der eine Zimmerling ein Stück Pfoste oder anderes Holz, hält es von Unten an den Fusspfahl, während der andere mit dem Treibefäustel stark daran schlägt und so den Fusspfahl in die Höhe treibt. Dass der Stempel während dieser Arbeit nicht über die alte Lage in die Höhe weiche, verhindert schon die aufruhende Last des Firstenkastens. Ueberhaupt kann man annehmen, dass jeder Stempel, der von der Seite hereingetrieben ist, um so weniger herunterfallen wird, da er des keilförmigen Fusspfahls wegen eine längere Ecke, als gewöhnlich, bekommen muss; für das Herunterrutschen des Fusspfahls aber sichert die Friction, welche zwischen Stempel und Gestein stattfindet.

c) Ein anderer Fall ist, wenn zugleich die Firstenpfähle ausgewechselt werden müssen. Dies geschieht jedesmal vorher, ehe die Stempel eingewechselt wer-

den, damit der Kasten während der Stempeleinwechslung nicht durchbreche und der Stempel die Pfähle sogleich befestige.

Diese Einwechslung der Pfähle bedarf ebenfalls aller Vorsicht und wird folgendergestalt vorgenommen: Hinter dem Stempel zerhauet der Zimmerling einen Pfahl, z. B., den mittelsten, während ein zweiter Zimmerling einen andern Pfahl hinterdrein eintreibt, damit das noch eingeklemmte Holz herausgehe und herunterfalle; hierauf hauet der erste Zimmerling wieder ein Stück los und ruft seinen Gehülfen, anzutreiben. Ist der erste neue Pfahl eingetrieben, so folgt ein anderer etc. Bei dieser Arbeit hat man sich vorzüglich in Acht zu nehmen, dass keine Wände von den aufruhenden Bergen herunterrollen, wodurch leere Räume entstehen würden.

d) Nun wäre noch der Einwechslung doppelter und einfacher Thürstöcke, sowie der Sparren und Unterzüge, zu gedenken; allein das technische Verfahren dabei weicht von dem vorhergehend beschriebenen im Wesentlichen nicht ab. Sollten aber in Ansehung der Oerter Verschiedenheiten stattfinden, so müssen die jedesmaligen Umstände die zweckmässigste Vorrichtung an die Hand geben, die man nicht leicht vorher bestimmen kann. Ich will daher nur erinnern, dass man auch hier allemal das alte Holz mit Vorsicht und möglichster Vorbeugung vor unangenehmen Folgen erst herausschlagen muss, um für jeden Thürstock die gehörige Länge abnehmen zu können, und dass das Verschiessen in der Firste sowohl, als in beiden Stössen vorher geschehen muss.

e) Soll nun aber ein ganzes Stück Stollen oder Strecke frisch abgetrieben werden, so nimmt man sich jedesmal zum Vortheil, dass man den ersten neuen Stempel oder Thürstock eine halbe Elle vor dem ersten alten Stempel oder Thürstock anbringt, um dann unbesorgt die Pfähle anstecken und antreiben zu können. Die alten Pfähle und Thürstöcke werden darauf einer nach dem andern weggehauen und durch neue ersetzt. Weit mehr Schwierigkeit macht das höhere Abtreiben zu Streckengewölben; hierbei kann man die neuen Pfähle nicht auf die alten legen, oder die alten durch die neuen heraustreiben, sondern es muss jedesmal im Frischen angetrieben und die darunter befindliche Zimmerung herausgehauen werden. Beträgt nun die Höhe des neuen Abtreibens 1 bis $1\frac{1}{2}$ Lachter über der vorigen Zimmerung, so kann letztere zugleich statt einer Bühne für die Zimmerlinge benutzt werden.

f) Am Leichtesten ist die Auswechslung des Tragwerks: man darf dabei nur die wandelbaren Stege herausschlagen, eine Schnur zwischen dem vor und hinter demselben liegenden Stege spannen, welche die richtige Höhe der neuen Stege angiebt und diese in die alten Bühnlocher und Anfälle legen. Die etwa vorgefundenen halben Thürstöcke und Bolzen können ebenfalls an ihren Stellen leicht wieder mit neuen verwechselt werden. Soll aber ein ganzes Stück Strecke mit neuem Tragwerk versehen werden, so reisst man nicht gern mehr als 6—9, höchstens 12 Ellen auf, damit man noch die Schnur gebrauchen kann, welche sonst bei weiterer Entfernung eine krumme Linie machen würde.

g) Ueber die Ausbesserung der Gerinne und Spundstöcke endlich lässt sich bei den hierbei so verschiedenen Fällen und Ereignissen nichts Bestimmtes sagen, da die hier obwaltenden Schwierigkeiten von der jedesmaligen Lage der Oerter und den sonstigen Umständen abhängen. Im Ganzen sieht man bei dieser Arbeit vorzüglich darauf, wie man vorher die Wasser ableiten oder zurück-

dämmen kann. Lässt sich dieses nicht bewerkstelligen, so muss man die Zeit wählen, wo die wenigsten Wasser auf der Strecke oder dem Stollen gehen, oder die Zimmerlinge müssen die Arbeit, besonders wenn sie keinen Aufschub leidet, so gut es sich will thun lassen, im Wasser verrichten. —

Beschaffenheit des Holzes. Kosten der Zimmerung. Die Kosten der Zimmerung in mildem, nicht brüchigem Gestein hängen besonders von dem Preise des Holzes, der nach der Localität verschieden ist, ab. Die gewöhnlichsten Arten sind das Tannen-, das Kiefern- und das Eichenholz.

Der Preis des Eichenholzes von geringen Dimensionen, sowie es zur Streckenzimmerung erforderlich ist, wechselt in Frankreich von 30 bis 40 Fr. das Cubikmeter. In den Steinkohlenbergwerken zu Creuzot im Depart. der Saône- und Loire kostet das Cubikmeter Eichenholz, von hinlänglichem Durchmesser, so dass es nach dem Beschlagen noch 10 Cent. (4 Zoll) stark ist, nur 21 Fr. und eichene Latten nur etwa 15 Fr. Diese Preise sind gegen die im übrigen Frankreich sehr gering. Kiefern- und Tannenholz ist im Allgemeinen wohlfeiler, als Eichenholz. Bei den Steinkohlenbergwerken zu St. Etienne kostet das laufende Met. Tannenholz, welches am dünnen Ende 10 Cent. (4 Zoll) im Durchmesser hat und 10 bis 12 Met. lang ist, 45 bis 75 Cent. Breter von 27 Mill. (1 Zoll) Stärke, kosten 2 Fr. das Quadratmeter. Der Preis steigt verhältnissmässig mit der Stärke, so dass 27 Mill. (1 Zoll) starke, etwa 4 Fr. das Quadratmeter kosten.

Zu dem Betrage der Ankaufskosten des Holzes, die man an jedem Orte genau bestimmen kann, wenn man die Art der Zimmerung, welche für das Gebirge passt, kennt, kommen auch die Arbeitslöhne für die Zimmerlinge: Das Setzen zweier Thürstöcke mit Kappe, das Einstecken der Pfähle, das Zurichten des Holzes und die Förderung desselben von Tage nach den Grubenbauen, welches gewöhnlich einen Zimmersteiger und einen Zimmerling, oder zwei der letztern, etwa $\frac{1}{3}$ der $\frac{1}{2}$ Schicht beschäftigt, jenachdem die Zimmerung mehr oder weniger vollständig ist. Da ein Zimmersteiger täglich 3 Fr. und ein Zimmerling 2 Fr. an Lohn erhält, so kostet das Hinstellen zweier Thürstöcke mit Kappe und das Einstecken der Pfähle 1 Fr. 66 Cent. bis 2 Fr. 50 Cent. Stehen auf einer Strecke die Thürstöcke 1 Met. voneinander entfernt, so werden die obigen Löhne zu dem Ankaufspreise hinzugefügt, um die Kosten für das laufende Meter zu erhalten. Wenn gar keine Pfähle gebraucht, sondern die Thürstöcke dicht nebeneinander gesetzt werden, so kann ein Zimmersteiger mit einem Zimmerlinge in einer Schicht 4 Paar Thürstöcke und 4 Kappen zurichten und hinstellen.

Um die Zimmerung hinzubringen, ist in den meisten Fällen das Hauen von Bühnlöchern etc. erforderlich, deren Kosten von der Härte des Gesteins abhängt, die aber an verschiedenen Orten so verschieden ist, dass sich nichts Bestimmtes darüber sagen lässt.

Das Entborken oder Schälen des Holzes. Das zur Streckenzimmerung angewendete Holz wird gewöhnlich bloss entborkt und nicht beschlagen, indem dies, ohne allen Nutzen, seine Stärke vermindern würde. Das Schälen scheint der Erhaltung des Holzes günstig zu seyn, besonders wenn es so lange vor seiner Benutzung erfolgt, dass die äussern Schichten abtrocknen.

Runde Hölzer, die aus einem vollen Stamme bestehen, sind die besten. Muss man die Stämme theilen, weil die Beschaffenheit des Gesteins kein so starkes Holz er-

fordert, so ist es besser, sie mit der Axt zu spalten, als sie mit der Säge zu zerschneiden. Es werden auf diese Weise die Fasern des Holzes nicht zerrissen.

Dauer des Holzes. Ursachen seiner Zerstörung. Die Dauer des Zimmerholzes in den Strecken ist sehr verschieden. In warmen und schlechten Wettern verdirbt es bald. Das Akazienholz scheint unter diesen Umständen am Dauerhaftesten zu seyn, wie dies in den Steinkohlengruben zu Carmeaux im franz. Tarn-Depart. bewiesen worden ist. Diese Eigenschaft scheint von einer eigenthümlichen Beschaffenheit des Saftes herzurühren, allein es ist dies Holz zu selten und kommt in dem nördlichen Europa gar nicht vor, so dass es gar keiner Berücksichtigung verdient.

Das Eichen- und das Nadel- (Tannen- und Kiefern-) Holz hat eine sehr lange Dauer, wenn es lange Zeit unter dem Wasser gelegen hat; denn in versoffenen Gruben findet man es nach 40 oder 50 Jahren noch sehr wohl erhalten. Es ist demnach ein grosser Vortheil für die Grubenzimmerung durch die Bewässerung des Holzes erreicht worden. Es wurde nämlich zuerst am Harz die Erfahrung gemacht, dass Holz an nassen Stellen der Gruben viel länger ausdauert, als an trocknen Puncten. Während es an jenen frisch und fest bleibt, stockt es an diesen und wird vom Schwamme zerfressen. Durch diese Erfahrung geleitet, wurde darauf gedacht, eine künstliche Bewässerung der Zimmerung anzubringen. Man bewässert jetzt die Schachtzimmerung theils durch Traufdächer, d. h., durch Bretstücke, auf welche Wasser geleitet wird, damit dasselbe von ihnen auf das Gezimmer am Hangenden der Schächte abtröpfelt; ferner geschieht die Bewässerung durch Anspritzen vermittelst kleiner Fontänen, die aus Butten oder Röhren, worin Wasser von höhern Puncten zugeführt wird, durch den Wasserdruck hervorspringen. Endlich auch durch alte Seilstücke, die man um die Holzstämme herumwindet, und welchen einige Tropfen Wasser zugeführt werden, die sie zum Theil wieder an das Holz abtreten. Auf Strecken und Bauen werden zum Theil noch künstlichere Mittel gebraucht. Man legt Röhren unter den Kappen und Stempeln durch, die durch Wasser mit einem gewissen Drucke gefüllt sind, und aus in diesen Röhren eingebohrten Löchern springt Wasser durch kleine Brausen, die es nach allen Richtungen an das Holz spritzen, hervor. Dass man, wo andere Mittel nicht vorhanden sind, das Gezimmer mit Schaufeln anspritzen lässt und die Stege des Tragwerks durch die Wasserspannung unter Wasser setzt, hat sich gleichfalls als zweckmässig bewährt.

Eine andere sehr wichtige Erfahrung über die Dauer, welche das Holz durch Wasser erhalten kann, die man auch am Oberharze gemacht hat, besteht darin, dass, wenn es vom Wasser unter hohem Drucke völlig durchdrungen ist, es gegen andere Hölzer dauerhafter ist. Dadurch wird es vielleicht gegen die trockne Fäule geschützt, die auf den meisten Strecken die gewöhnliche Ursache der Zerstörung der Zimmerung ist. Wäre dies der Fall, so würde es, um das Holz dauerhafter zu machen, hinreichend seyn, es eine Zeit lang in Wasser, unter einem starken Drucke, zu legen, welches da, wo ein bedeutender Bergbau umgeht, leicht ist, indem es dort an versoffenen Schächten nicht fehlt. Man müsste nun das Holz auf die Sohle derselben einhängen und es eine Zeit lang dort lassen, welche durch die Erfahrung bestimmt werden müsste. Dieses Verfahren ist nicht kostbar, und jedenfalls würde es höchst wichtig seyn, das Grubenholz auf eine einfache Weise vor seiner Anwendung so vollkommen mit Wasser zu sättigen, dass dadurch seine Dauer auch ohne fernere äussere Bewässerung gesichert werden könnte; denn diese erfordert nicht nur ununterbrochene Wartung, son-

dern führt auch unverkennbar den Nachtheil mit sich, dass in den Schächten und auf ausgehauenen Bauen die Bewässerungswasser dem Tiefsten zufallen und also durch die Wasserkünste wieder gehoben werden müssen. Dies ist aber nicht der grösste Nachtheil, der vielmehr darin besteht, dass bei donnlegigen Schächten die Bewässerung auf's Liegende eindringt, und wo dieses milde ist, wie bei den mitten im Gange abgesunkenen Schächten, sehr leicht Unterwaschungen des Gezimmers, wenn auch erst nach Verlauf einer Reihe von Jahren, herbeigeführt werden können, welche der Stabilität der Zimmerung nachtheilig sind.

Streckenbetrieb und Zimmerung in rölligem und in schwimmendem Gebirge. Wenn das Gebirge so röllig ist, und selbst auf einer so kurzen Entfernung, wie die zwischen zwei Paaren von Thürstöcken vorhandene, nicht steht, so ist es erforderlich, dass die Zimmerung dem Betriebe gewissermaassen vorausgeht, so dass der wegzunehmende Theil des Gebirges von Pfählen oder Latten, oder von Bohlen, welche vorher eingetrieben werden, umschlossen ist, so dass sie den Theil des Gebirges, welcher an dem wegzunehmenden liegt, halten. Diese sogenannte **Getriebearbeit** gehört zu den schwierigsten Arbeiten bei'm Bergbaue, besonders wenn das Gebirge ein sogenanntes schwimmendes ist, d. h., wenn gewisse Sand- und Thonschichten gänzlich mit Wasser durchdrungen sind. Wir werden daher diese Arbeit sehr speciell beschreiben. Das Verfahren besteht darin, vor den Schichten, in denen der Stollen oder die Strecke betrieben werden soll, zwei Thürstöcke nebst der Kappe anzubringen, wenn die Sohle so fest ist, dass sie den Druck der Thürstöcke ertragen kann. Ist dagegen die Sohle ebenfalls nicht haltbar, so werden die Thürstöcke auf ein Schwellholz gesetzt, und die Zimmerung besteht alsdann aus 4 Stücken, welche man ein **Geviert** nennt. Sind die Thürstöcke gestellt, so treibt man in der Förste über der Kappe, im Hangenden und Liegenden hinter den Thürstöcken, und wenn es erforderlich, auch unter dem Schwell, Deckholz ein, welches entweder aus dicht aneinanderliegenden Bretern oder Bohlen oder aus Latten oder Pfählen besteht. Man nennt das Deckholz im Allgemeinen die Getriebe. Sie halten die Wände des auszuhöhlendes Raumes. Sowohl Breter als Pfähle sind zugeschärft und letztere zugespitzt, um das Eintreiben zu erleichtern. Die Wahl des Deckholzes hängt von der Beschaffenheit des zu durchörternden Gebirges ab: so sind im schwimmenden Gebirge dicht aneinander stossende Breter unerlässlich, wogegen im bloss rölligen, aus nicht zu kleinen Materien bestehenden Gebirge, oder bei der Aufgewältigung zu Bruche gegangener Grubenbaue (bei'm sogen. **Bruchbau**) Pfähle, die nicht aneinander liegen, zweckmässiger sind.

Die Getriebe müssen stets mit einem geringen Divergiren eingebracht werden, so dass ihr Ganzes die Form einer abgestumpften Pyramide hat, deren kleine Basis die ersten Thürstöcke oder die des ersten Geviertes umgiebt.

Ist das Gebirge nicht ganz schwimmend, so kann man, sobald das Getriebe eingebracht ist, mit der Strecke 50 bis 60 Centim. (20 bis 24 Zoll) weit auffahren, worauf man ein zweites Geviert setzt, welches dem erstern ganz gleich seyn muss. Man muss grosse Sorgfalt auf die Zurichtung und das Hinstellen dieser Gevierte verwenden, um das Streichen und Fallen, sowie die Weite der Strecke, genau beizubehalten. Man erhält die Divergenz des Dehkholzes, indem man zwischen dasselbe und den Umfang des zweiten Geviertes Breter eintreibt, die auf diesem aneinander liegen, aber durch hölzerne Keile, welche zwischen dieselben und das Geviert eingetrieben, von dem letztern etwas entfernt gehalten werden. Das Geviert wird auf diese Weise

durch den Druck an seinem Platze erhalten, während das Deckholz zweckmässig weit davon entfernt ist. Die Getriebe werde darauf mit Schlägeln weiter in das Gebirge eingetrieben, worauf der Streckenbetrieb weiter fortgeht, bis man ein drittes Geviert einbringen muss, wobei man ebenso, wie bei dem zweiten, verfährt, indem man die weitern Getriebe zwischen seinem Umfange und dem vorhergehenden einbringt. Hier sind die Keile, welche das Getriebe von dem Geviert entfernt halten, unerlässlich.

Nachdem dieses dritte Geviert hingestellt worden ist, auf welchem die vordern Enden des Getriebes aufliegen, ist es gewöhnlich erforderlich, ein zweites Getriebe einzubringen. Es können dieselben, mögen sie aus Bretern oder Pfählen bestehen, nicht länger als 2 bis 2½ Met. (6 bis 8 Fuss) lang seyn, weil sie sonst schwer zu handhaben und nur sehr mühsam einzutreiben seyn würden, da die von dem Gebirgsdrucke herrührende Reibung immer bedeutender wird. Man bringt daher ein zweites Getriebe von Bretern oder Pfählen ein, welche auf dem letzten Geviert aufliegen und den Raum einnehmen, der zwischen diesem und den Enden des ersten Getriebes durch die Keile erhalten worden ist. Man nimmt die Keile in dem Maasse heraus, als dies zum Einbringen des neuen Getriebes erforderlich ist.

Die Enden des ersten Getriebes decken demnach das erste, und die Arbeit wird auf dieselbe Weise fortgesetzt, wie sie angefangen worden ist, indem man stets dahin sieht, dass die hintereinander folgenden Gevierte miteinander in parallelen Ebenen, die senkrecht auf der Achsenlinie der Strecke stehen, liegen.

Das Gebirge wird mit der Keilhaue gewonnen und mit der Schaufel oder mit den Händen weggenommen. Bei dem sogenannten Bruchbaue kommt es aber auch oft vor, dass man grosse Wände trifft, die mit schweren Schlägeln zerschlagen werden müssen, um sie gewinnen zu können. Ja zuweilen muss man solche Wände mittelst Pulver zersprengen, man wendet dieses Mittel aber nur im Nothfall an und besetzt die Löcher schwach, um ein heftiges Umherwerfen der Gesteinstücke und starke Erschütterungen zu vermeiden, wodurch der schon abgetriebene Theil der Strecke leiden könnte. Ist das Gebirge vollkommen schwimmend, so ist es erforderlich, auch den Ortstoss mit Bretern zu sichern, und wenn die Sohle ebenfalls ohne Consistenz ist, so stellt man, wie schon bemerkt, die Thürstöcke auf Sohlhölzer und treibt unter dieselben Getriebe ein.

Sehr schwierige Arbeiten im schwimmenden Gebirge kommen bei dem Betriebe der auf silberhaltigem Bleierz bauenden Friedrichsgrube bei Tarnowitz in Oberschlesien vor. Sie wurden unter Leitung des Hrn. Oberbergraths Thürnagel ausgeführt und sind auch von ihm in Karsten's Archiv beschrieben worden*). Wir theilen die Beschreibung einer solchen Arbeit aus dem fünften Bande des gedachten Archivs, mit Hülfe der Figg. 10, 11 und 12, mit.

Sobald man bei dem Streckenbetriebe zu schwimmendem Gebirge gelangt, so verschliesst man den Ortstoss, um das Hereinbrechen oder vielmehr Hereinfliessen des Sandes oder des Letten zu verhindern. Zu dem Ende stellt man gegen den Stoss ein Geviert und bringt hinter dasselbe die Querbreter *a*, *a* etc., Fig. 10 und 11, die von dem Geviert gehalten werden. Ist die Sohle schlecht, so werden die Thürstöcke auf ein Schwellholz *b* von halbrunder Form gelegt, welches aus einem 0,40 bis 0,50 Met.

*) Der Herr Oberbergrath (oder damalige Bergmeister) Thürnagel, Bergamtsdirector zu Tarnowitz, hat in der ersten Reihe von Karsten's Archiv folgende Aufsätze über die Arbeiten im schwimmenden Gebirge mitgetheilt: Bd. II., Heft 2, S. 143 etc.; IV. 212 etc.; V. 3 etc.; IX. 153 etc.; XVIII. 3 etc. Hartmann.

(16 bis 20 Zoll) starken Stamme gespalten ist. Die platte Seite wird auf den Boden gelegt, weil er auf diese Weise mehr Tracht hat. Zweckmässiger ist es noch, unter die Schwellen Bretstücken *c, c* zu legen, die etwas breiter, als die Basis von jenen sind. Jedoch lässt sich dies bei sehr schwimmendem Gebirge nicht immer ausführen. Endlich macht man die Schwellen so lang, als möglich, damit sie zu beiden Seiten in das Gebirge eingreifen. Nachdem nun das Schwellholz die gehörige Lage erhalten hat. setzt man die beiden Thürstücke *d, d* in eine genau senkrechte Stellung. Die beiden Enden sind genau senkrecht auf die Achse des Thürstocks abgeschnitten, mit den untern in einen 3 bis 4 Cent. (1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll) tiefen Einschnitt eingelassen und oben auf die gewöhnliche, schon beschriebene Weise mit der Kappe *e e* etc. verbunden. Die Enden der letztern greifen nicht über die Thürstöcke über, sondern liegen mit denselben in einer Ebene, wie Fig. 10 zeigt.

Man muss die grösste Sorgfalt auf das Zurichten und das Hinstellen der Gevierte verwenden, damit sie sämmtlich, besonders ausserhalb, gleiche Rechtecke bilden. Gewöhnlich nimmt man zu den Thürstöcken und Kappen gerade gewachsene Stämme von 27 bis 30 Cent. (10 bis 12 Zoll) Durchmesser. Bei sehr starkem Gebirgsdrucke wendet man aber Stämme von einem Durchmesser bis 18 Zoll (45 Cent.) an.

Nachdem das Geviert an seine Stelle gebracht worden ist, legt man die Getriebebreter *f, f, f . . .* gegen die Thürstöcke und auf die Kappen, welche ihrerseits durch die Keile *g, g . . .* in erforderlicher Entfernung davon gehalten werden. Ehe man diese Keile eintreibt, berichtigt man die Stellung der Gevierte, wenn es erforderlich ist. Die Keile liegen auf den schon eingetriebenen Bretern, und man begreift, wie man auf diese Weise durch ihr Eintreiben, die Stellung des Geviertes berichtigen kann, da es alsdann durch den Druck, den sie auf dasselbe ausüben, an seinem Platze erhalten wird.

Darauf beginnt man, die Getriebebreter einzutreiben, indem man mit den beiden beginnt, die an einer der obern Ecken des Geviertes sich befinden, und die zu dem Ende die in Fig. 29 dargestellte Form haben. Sie werden, das breitere Ende vorn, eingetrieben, damit sie sich auf ihrer ganzen Länge berühren, ohnerachtet das ganze Getriebe eine pyramidale Form haben muss. Man fährt alsdann mit dem Eintreiben fort, indem man erst die Kappe deckt und dann die Getriebe zu beiden Seiten der Thürstöcke einbringt. Man treibt die Pfähle (Breter) 50 bis 60 Centimeter (20 bis 24 Zoll), zuweilen aber auch nur 10 bis 12 Cent. (4 bis 5 Zoll) auf einmal ein, jenachdem die Beschaffenheit des Gebirges es erlaubt, die Breter, mit denen der Streckenstoss gehalten wird, mehr oder weniger vorwärts zu bringen, nachdem man sie zum weitern Betriebe der Strecke, durch Wegfüllen oder Aufräumen bei der Brucharbeit, weggenommen hat.

Die Pfähle sind 1,20 Met. ($3\frac{1}{2}$ Fuss) lang, 4 Cent. ($1\frac{1}{2}$ Zoll) stark und 32 Cent. (12 bis 14 Zoll) breit. In sehr druckhaftem Gebirge sind die Pfähle und die Breter zum Verschlusse des Ortsstosses 5 bis $7\frac{1}{2}$ Cent. ($1\frac{3}{4}$ bis $2\frac{3}{4}$ Zoll) stark.

Bei einer besondern schwierigen Getriebearbeit auf der Friedrichsgrube wendete man eiserne Pfähle an. Der Druck war nämlich so stark, dass 3- bis 4zöllige Bohlen, aus denen die Förstenpfähle gemacht worden waren, kaum im Stande waren, gehörigen Widerstand zu leisten. Sobald diese Pfähle den Druck angenommen hatten, liessen sie sich schwer forttreiben, und noch schwieriger war ihr erstes Anstechen, weil, um sie einschieben zu können, schon eine ansehnliche Oeffnung gemacht werden musste, aus welcher die breiigen Massen unaufhaltsam hervordrangen. Es konnten da-

her nur schwächere Förstenpfähle helfen, wesshalb Hr. **Thürnagel** eiserne, aus $\frac{3}{8}$ Z. starkem Kesselbleche anwendete, die 55 Zoll lang und 10 Zoll breit waren und dem Zwecke vollkommen entsprachen. Es wurden noch Träger von 4 Zoll Breite und von demselben Kesselbleche untergesteckt und über die Fugen der getriebenen Hauptpfähle noch andere Stäbe von gleicher Breite weggeschoben, um die eiserne Förste desto ganzer zu erhalten.

Um das Hereinnehmen des Gebirges zu erleichtern, lüftet man zuvörderst das oberste Bret, welches an der Förste der Strecke anliegt, nimmt es aber nicht ganz weg, sondern erst von der einen und dann von der andern Seite. Man nimmt soviel von dem losen Gebirge weg, als es die Beschaffenheit desselben gestattet, ohne je das Ende der eingetriebenen Pfähle zu erreichen. Die Bohlen werden darauf weiter vorgeschoben und durch zwei kurze Streben gegen das letzte Geviert festgestellt, wobei man sie etwas hebt, damit sie mit ihrem obern Rande die Pfähle berühren, Fig. 11.

Ist das Gebirge sehr schwimmend, so fliesst es von selbst aus und man mässigt diesen Abfluss dann stets so, dass man ihn nach Belieben aufhalten kann, weil er sonst die Strecke zu leicht anfüllen und die Gevierte umstürzen könnte. Sobald daher der Arbeiter sieht, dass eine hinreichende Menge auf der einen Seite ausgeflossen ist, so hält er die Bewegung auf, indem er die Bohle zurückdrängt, und wenn es erforderlich ist, Strohbündel in das Gebirge einschiebt. Man treibt mit Fäustelschlägen kurze Streben zwischen die Bohlen und die Thürstöcke (Fig. 11), um jene vorwärts zu schieben (Fig. 11). Wenn die oberste Bohle *a* auf diese Weise von beiden Seiten vorwärts geschoben ist, so bleibt zwischen derselben und der darunter befindlichen, die noch nicht so weit vorgeschoben ist, ein leerer Raum, durch welche das Gebirge zuweilen abläuft. Man hält die Bewegung durch Strohbündel, oder man treibt, wenn es erforderlich ist, eine horizontale Reihe kurzer Pfähle unter der obern Bohle ein. Auf diese Weise verhindert man das Einfliessen des Gebirges.

Darauf wird die unmittelbar darunter befindliche Bohle auf dieselbe Weise und um dieselbe Weite vorwärts geschoben und so fort, bis zu der untersten. Kann man die Getriebepfähle etwas weiter eintreiben, so thut man es und treibt dann auch die Pfähle in der Sohle ebenso weiter vor, bis dass man einen hinreichenden Raum zum Einbringen eines **Einwechsel-Geviertes** erhält, welches die Pfähle fast in der Mitte ihrer Länge unterstützt. Dies Gevierte ist gänzlich so, wie ein Hauptgeviert, und hat ebenfalls Pfähle ringsum und Keile, um dieselben auseinander zu halten, wenn es erforderlich ist; nur nimmt man zuweilen etwas schwächeres Holz dazu. Man kann übrigens ein oder mehrere Einwechselgevierte auf eine Getriebelänge einbringen, jenachdem es die Beschaffenheit des Gebirges erfordert.

Ist man in die Nähe von dem Ende des Getriebes gelangt, so bringt man ein anderes Hauptgevierte, mit Pfählen *f, f, f* und Keilen *g, g* ein, welche den Raum bilden, durch welchen man ein neues Getriebe unter den Enden des vorhergehenden ansteckt. Die Keile werden in dem Maasse weggenommen, als die neuen Pfähle angesteckt werden.

In sehr druckhaftem Gebirge kann man keine Bohlen *a, a* anwenden, welche die ganze Breite der Strecke einnehmen. Man ersetzt eine jede derselben durch zwei andere, kürzere, die in der Mitte der Strecke auf 5 bis 8 Cent. (2 bis 3 Zoll) übereinander greifen. Es liegen diese Bohlen an den beiden Thürstöcken und in der Mitte an einem Stempel, der unten auf dem Sohlholze des Geviertes auf- und oben gegen

die Kappe steht. Zuweilen wird dieser Stempel auch noch durch eine Strebe gestützt, die unten auf das Sohlholz eines von dem Ortsstosse entferntern Geviertes aufsteht. Man erlangt dadurch die Möglichkeit, die Strecke lediglich auf die Hälfte ihrer Breite öffnen zu können, welches ein grosser Vortheil für ein sehr schwimmendes Gebirge ist.

Wenn der Druck des Gebirges auf die Förstenpfähle sehr stark ist, so kann man es zuweilen nicht verhindern, dass sich einige davon senken. Ist nun die Senkung so stark, dass sie an dem Einbringen eines Einwechsel- oder Hauptgeviertes hindert, so muss man die Pfähle, welche sich gesenkt haben, durch unmittelbar darunter gestellte Stempel stützen. Um für diese Stempel auf der Sohle der Strecke einen Stützpunct zu erlangen, legt man auf die Sohlhölzer der schon hingebrachten Gevierte ein 4 bis 6 Met. (2 bis 3 Lachter) langes und starkes Stück Holz, dessen Ende an dem Ortsstosse anliegt. Man befestigt es durch mehrere, seiger gestellte Stempel, welche oben gegen die Kappen stehen und stellt auf seine Verlängerung nach dem Ortsstosse zu die Stempel, welche die Pfähle, welche sich gesenkt haben, wieder in die Höhe bringen sollen.

Ist die Sohle der Strecke sehr schlecht und zu fürchten, dass die Schwellen, ohnerachtet ihrer breiten Auflage sich in den Boden eindrücken, so muss man auch auf diesem Pfähle eintreiben. Man bringt daher über dem Sohlholze eines jeden Hauptgeviertes einen Querriegel *i*, Fig. 11 an, der durch zwei Stempel festgehalten wird, die unten auf die Enden desselben auftreten und sich oben gegen die Kappe stützen. Man treibt darauf nach und nach die Pfähle zwischen dem Schwell und dem Riegel in einer geneigten Richtung ein, und wenn sie bis unter den Punct gelangt sind, den der Schwell des Einwechselgeviertes einnehmen wird. Ist dasselbe eingezogen, so fährt man mit dem Getriebe fort, und wenn die Strecke nicht hoch und weit genug ist, so kann man darauf die Stempel und Riegel *i* wieder wegnehmen. Zuweilen muss man die Sohlpfähle nicht allein bei jedem Haupt-, sondern auch bei den Einwechselgevierten eintreiben.

Ein anderes Mittel, um eine feste Sohle zu erhalten, und um das Senken des Gezimmers zu verhindern, besteht darin, die ganzen Räume zwischen den Schwellen mit 5 bis 12 Cent. (2 bis $4\frac{1}{2}$ Zoll) dicken Bohlen zu bedecken. Dieselben sind so lang, als die Strecke breit ist und liegen dicht aneinander, oder greifen zur Hälfte übereinander. Auf der Sohle werden sie durch Stempel festgehalten, die auf ihren Enden aufstehen und durch eine Kappe miteinander vereinigt sind. Es sind dies andere Gevierte, die in den Zwischenraum zwischen die ersteren gestellt werden.

Jedoch verhindern diese Mittel nicht immer die Senkung der Zimmerung, welche übrigens die Zerstörung der Strecke oder des Stollens nicht mit sich führt, wenn sie gering ist und regelmässig erfolgt. Auf der Friedrichsgrube bei Tarnowitz hat man mehrmahls eine Strecke in einer höhern Sohle betrieben, als die sie wirklich haben sollte, und die sie durch die Senkung erlangt hat. Jedoch begreift man, dass dies nur ein sehr unzuverlässiges Verfahren ist. Man muss die grösste Sorgfalt darauf verwenden, um das Gebirge zu halten und nur das Nöthige ausfliessen zu lassen, damit hinter der Zimmerung keine leeren Räume entstehen, und damit diese eine gänzlich geschlossene Umgebung bilde, welche mitten in dem schwimmenden Gebirge bleibt.

Wenn die Strecken etwas weit sind, so dass ein Bruch der Kappen oder Schwellen zu befürchten ist, so legt man auf diese letzteren, längs den Thürstöcken, Langschwellen *k, k*, Fig. 10 und 11, von 6 bis 8 Met. (3 bis 4 Lachter) Länge, auf welche

die Stempel *m, m* gestellt sind, die ihrerseits die Unterzüge *l, l* tragen, die den Langschwellen parallel und dicht unter den Kappen liegen. Bei noch breitern Strecken, werden auch in der Mitte noch Stempel und Unterzüge angebracht.

In einem besonders schlechten und druckhaften Gebirge hat man schon viel gewonnen, wenn man selbst bei sehr unvollkommener Getriebearbeit und mit einer ganz engen Strecke etc. vorwärts gehen kann, weil durch ein Abtrocknen des schwimmenden Gebirges, mittelst einer vorläufigen Oeffnung, dasselbe dadurch leichter bearbeitet werden kann. Zu diesem Entzwecke hat man in einem Falle zu Tarnowitz das folgende Verfahren angewendet, indem man eine sehr weite Strecke in einem sehr schlechten Gebirge aufzufahren hatte. Man stellte die Thürstöcke der Hauptgevierte *d, d*, Fig. 12 nicht unmittelbar auf die Schwellen *b, b* . . ., sondern auf lange Stücken Holz *n, n*, die horizontal auf den Schwellen lagen und durch die Stempel *o, o* in ihrer Lage erhalten wurden. Man trieb die Pfähle zur Hälfte ein, man brachte ein Einwechselgevierte ein, vollendete alsdann das Getriebe und setzte das folgende Hauptgevierte auf die Enden zweier Stücken Langholz, die den ersten gleich sind. Das folgende Getriebe wurde auf dieselbe Weise eingebracht, und nachdem das abgetrocknete Gebirge etwas Consistenz erreicht hatte, wurde diese verlorne Zimmerung durch eine bleibende ersetzt. Das Verfahren gelang vollkommen, allein es würde unmöglich seyn, es bei dem Betriebe einer Strecke von gewöhnlichen Dimensionen anzuwenden.

Die hier beschriebene Getriebe- oder Abtreibarbeit gehört zu den schwierigsten, die bei'm Bergbaue vorkommen, und man wendet sie auch häufig bei der Durchörterung rölliger und schwimmender Gebirge, sowie bei der Aufgewältigung des alten Mannes, an; jedoch finden sich nur selten alle die Schwierigkeiten, welche die angegebenen Vorsichtsmaassregeln sämmtlich erfordern. So ist es, z. B., selten nöthig, den Ortsstoss mit Bohlen zu verschliessen. Das Wesentliche von allen Arbeiten dieser Art besteht darin, stets Meister der Menge von den hereinrollendem oder hereinfliessendem Gebirge zu seyn, damit kein leerer Raum um die Strecke entstehe und die Masse des Gebirges nicht erschüttert werde; ferner darin, die Hauptgevierte mit der grössten Sorgfalt einzubringen, um die Dimensionen und das Streichen der Strecke zu erhalten.

Die Kosten für das laufende Meter oder Lachter sind nach den Holzpreisen und nach den Schwierigkeiten, welche das Gebirge darbietet, verschieden, denn wenn besondere Ereignisse eintreten, so wird dadurch der Betrieb sehr aufgehalten. Man wird daher begreifen, dass die Betriebskosten oft sehr bedeutend sind. Wenn daher Stollen, Röschen etc. der Art in mässiger Teufe unter Tage betrieben werden sollen, so ist es weit zweckmässiger und wohlfeiler, Tagebaue anzuwenden und sie in Mauerung zu setzen, worauf man die abgeräumten Berge wieder auf das Gewölbe stürzt. In Villefosse, Mineralreichthum, Bd. II, S. 185 etc., findet man die Beschreibung, sowie auf Taf. 2 des Atlasses die Abbildung, eines solchen Stollenbetriebes, der bei'm Steinkohlenbergbau im Teklenburgschen (preussische Provinz Westphalen) ausgeführt wurde.

Von der Streckenmauerung *).

In welchen Fällen die Mauerung der Zimmerung vorzuziehen ist. Die Mauerung ist jedesmal dann der Zimmerung vorzuziehen, wenn die Strecke oder der Stollen, die man damit ausbauen will, lange bestehen sollen, und wenn wohlfeile und brauchbare Mauermaterialien in der Nähe sind. Die Erfahrung lehrt die mittlere Dauer der verschiedenen Zimmerhölzer, unter verschiedenen localen Verhältnissen, und man kann, wenn man diese Dauer, die verhältnissmässigen Kosten der Zimmerung und der Mauerung, den Zeitraum, während welchem die Strecke oder der Stollen, aller Wahrscheinlichkeit nach, offen erhalten werden soll, berücksichtigt, die Art und Weise des anzunehmenden Ausbaues bestimmen. Wir wollen als Beispiel die Regel annehmen, welche, nach Thürnagel (Karsten's Archiv, Bd. IX, S. 153), bei dem Tarnowitzer Bergbaue in Oberschlesien befolgt wird. Man weiss aus der Erfahrung, dass auf der Friedrichsgrube an trocknen Orten die Zimmerung im Durchschnitte nur eine vierjährige Dauer hat. Die Unterhaltungs- oder Reparaturkosten werden von Jahr zu Jahr bedeutender, und die Schächte und Stollen, die anfänglich mit voneinander entferntem Schrot und Gevieren und mit Deckholz ausgebauet waren, erhalten zuletzt Schrot auf Schrot und Thürstock neben Thürstock. Nun betragen die Kosten der Mauerung fast das Dreifache von der Zimmerung. Man wählt daher jene vorzugsweise in allen den Fällen, in welchen die Grubenbaue 12 oder mehr Jahre offen erhalten werden müssen.

Ausserdem ist Mauerung unerlässlich und kann durch Zimmerung nicht ersetzt werden:

1) In allen solchen Theilen von Stollen und Strecken, die in ganz rölligem oder losem Gebirge getrieben worden sind, wohin, z. B., Thon- und Dammerde gehören, welche mit Wasser durchdrungen sind. Die den Mundlöchern vieler Wasserlosungsstollen benachbarten Gebirgsschichten gehören hauptsächlich dahin.

2) Bei den im schwimmenden Gebirge betriebenen Strecken und Stollen, deren Ausbau nicht allein den Zweck hat, denselben Haltbarkeit zu gewähren, sondern auch das Eindringen des Wassers zu verhindern. Dieser Fall kommt jedoch bei'm Bergbau selten vor.

3) Bei den weiten Stollen und Strecken (Tunnels, Tagestrecken), welche auf Eisenbahn- und Canallinien betrieben werden.

4) Bei den Grubenbauen, in denen man Wetteröfen oder Dampfkessel anbringt, weil die Zimmerung Feuer fangen würde.

Materialien. Die zur Grubenmauerung angewendeten Steine sind roher oder roh behauener Gneis, Granit, Porphyr, Hornblend-, Thon- und Glimmerschiefer etc., sowie gebrannte Ziegelsteine. Gneis, sowie auch die Schieferarten, sind die besten. Minder gut sind Granit, Basalt, Porphyr, Sand- und Kalksteine. Den drei erstern fehlt es zwar nicht an Festigkeit, allein sie sind zu hart und lassen sich daher nur schwierig bearbeiten; Porphyr ist auch häufig zu gebräch. Sand- und Kalkstein taugen zur Grubenmauerung nichts, da sie in der Nässe nicht haltbar sind und dürfen daher nur zur Tagemauerung angewendet werden. Muss man sie, in Ermangelung anderer Steine,

*) Ich habe bei diesem Abschnitte das vortreffliche Werk vom Professor Gätzschmann in Freiberg: Anleitung zur Grubenmauerung, Freiberg 1831, überall zu benutzen gesucht. H.

dennoch gebrauchen, so müssen sie sehr sorgfältig zugerichtet werden. — Ziegelsteine müssen sehr stark gebrannt seyn, welches man an ihrer dunkelbraunrothen Farbe und an ihrem hellen Klange erkennt. — Das in der Grube gewonnene Gestein taugt selten zu Mauersteinen.

Zu der trocknen Grubenmauerung sind nur Steine oder diese und Moos erforderlich, allein zur nassen Mauerung gebraucht man ein zweites Hauptmaterial, den Mörtel. Der gewöhnliche Mörtel besteht aus gebranntem Kalk, Sand und Wasser.

Der Kalk wird gewöhnlich aus Kalkstein, seltener aus Mergelerde (einem Gemenge von Thon- und Kalkerde) und noch seltner aus Muschelschalen gebrannt, und besonders ist der erstere, aus Steinen gebrannte, der hauptsächlich bei'm Bergbaue angewendete. Weder die Art des Vorkommens, noch Härte, Farbe oder specifisches Gewicht, lassen mit Sicherheit auf die Güte des Kalksteins schliessen. Den reinsten, d. h., den an Kalkerde reichsten Kalk geben einige Marmorarten, sowie die Muschelschalen; gewöhnlich sind die Kalksteine aber nicht rein, sondern mehr oder weniger mit Thonerde, Kieselerde, Talkerde und Metalloxyden vermengt.

Um den Kalk zur Mörtelbereitung geeignet zu machen, wird er gebrannt, um on dem Wasser und dem grössten Theile der Kohlensäure befreiet zu werden. — Das Brennen geschieht in Oefen von verschiedenartiger Einrichtung, mittelst Holz, Torf, Stein- und Braunkohlen, sowie unter verschiedener Behandlung. Grössere Stücke können auch in Haufen, die nach Art der Kohlenmeiler zusammengesetzt und mit Rasen bedeckt sind, sehr gut gebrannt werden.

Die Vollkommenheit und den Grad des Brennens erkennt man auf zweierlei Weise, erstens indem man ein Stück frisch gebrannten Kalkes in's Wasser wirft. Zerfällt derselbe mit Erhitzung und Aufbrausen zu Pulver, ohne feste, unauflösliche Theile zurückzulassen, so ist er gut gebrannt, obgleich, wenn die zurückbleibenden Theile fremdartige Gemengtheile sind, er im Wasser sehr gut steht. Als zweite Probe gilt, dass sich der gelöschte und erkaltete Kalk mit der Hand gut durchkneten lässt und keinen Rückstand zurücklässt.

Der gebrannte Kalk wird nun gelöscht, indem man ihn mit Wasser begiesst und zu einem, nicht zu dünnen Brei umrührt, worauf er in eine Grube, oder einen unter der Sohle liegenden Behälter gelassen und in demselben zum Gebrauche aufbewahrt wird. Am Besten ist es, dieses Löschen sogleich nach dem Brennen vorzunehmen, denn es hält schwer, den gebrannten Kalk vor feuchter Luft und Nässe zu verwahren, indem diese ihn nach und nach löschen oder wenigstens seiner bindenden Kraft berauben würden. Kalk, welcher lange gelegen hat, oder auch weit transportirt worden, ist daher nie mehr so gut, als frisch gelöschter. Das Löschen erfordert Geschicklichkeit und Erfahrung, indem es auf die Güte des Kalkes, durch diese auf die des Mörtels und folglich auf die Haltbarkeit der ganzen Mauerung grossen Einfluss hat. Es geschieht gewöhnlich über Tage, zuweilen aber auch in der Grube selbst, in ungangbaren Strekken etc. Auf eine Tonne von 4 bis 5 Cubikfuss Kalk giesst man 5 bis $5\frac{1}{2}$ Cubikfuss Wasser. Zuwenig Wasser löscht den Kalk nicht völlig, zuviel verdünnt ihn sehr; obgleich dies sogenannte Ersäufen nicht sehr nachtheilig ist und man ihn, um ihn besser aufzubewahren, nach dem Löschen, häufig mit Wasser bedeckt.

Bei der Grubenmauerung bedient man sich, wenige und seltene Fälle ausgenommen, des Sandmörtels (im Gegensatze des Wassermörtels). Der dazu angewendete Sand muss möglichst rein, d. h., von erdigen Beimengungen frei seyn, wesshalb der aus

Gruben erhaltene, zwischen der Hand gerieben knirschende Sand der beste ist. Weniger gut ist der angeschwemmte Flusssand. Er darf nicht zu grob, aber auch nicht zu fein seyn, wesshalb das zweckmässige Korn zuweilen durch Vermengung beider Sorten erreicht werden muss. — Ueber die erforderliche Menge des Sandes, um einen guten Mörtel herzustellen, lässt sich im Allgemeinen nichts Genaues bestimmen. Zu 1 Cubikfusse gelöschten Kalk, aus Rüdersdorfer Kalkstein, setzt man 3 Cubikfuss Sand zu; im Allgemeinen kommt es hierbei auf die, dem Kalksteine natürlich beigemengten Erdenbestandtheile und deren Verhältniss zu der Menge der wirklich vorhandenen reinen Kalkerde an. Ein mittleres Verhältniss zwischen Kalk und Sand ist das von 1 : 2 oder $2\frac{1}{2}$. — Ebenso lässt sich die Menge des bei der Mörtelbereitung zuzusetzenden Wassers nicht allgemein bestimmen, sondern muss mehr der Erfahrung des Arbeiters überlassen bleiben. Der Mörtel darf nicht zu steif, noch weniger zu fliessend seyn, sondern muss eine solche Consistenz besitzen, dass er von der schiefgehaltenen Maurerkelle oder Schaufel langsam, aber im Ganzen, nicht in Stücken, herabgleitet. Zu dünner Mörtel wird durch die Last der Steine aus der Mauer herausgepresst, bei'm Trocknen aber reisst er auf und bleibt stets leicht zerreiblich. Vor Allem ist ein schnelles und sehr gutes Durcharbeiten des Mörtels erforderlich, um den Sand mit dem Kalke recht innig zu vermengen. Eine Hauptregel ist auch, nie mehr Mörtel auf einmal zu bereiten, als die Maurer sogleich verarbeiten können, da er, wenn er stehen bleibt, schlechter oder ganz untauglich wird.

Zu einer zweiten Art von Mörtel werden statt des Sandes andere Zuschläge, vorzüglich Puzzolane und Trass, vulcanische Gebirgsarten, sowie auch Ziegelmehl, genommen. Die Anwendung dieses Mörtels ist überall da, wo Wasserzudränge und feuchte Wetter stattfinden, sehr zweckmässig, da er leicht erhärtet, welches bei dem andern nicht der Fall ist, Zu Freiberg bereitet man denselben, indem man den Kalk sogleich nach dem Brennen löscht und dann auf 1 Cubikfuss von demselben $1\frac{1}{4}$ Cubikfuss Sand und $1\frac{1}{4}$ Cubikf. Ziegelmehl zusetzt. Mörtel dieser Art muss jedoch, ehe er mit dem Wasser in Berührung tritt, völlig erhärten. Der mit Trass, welcher sehr viel Kiesel enthält, bereitete Mörtel erhärtet jedoch unter dem Wasser. Man nimmt zu 1 C. F. Kalk 1 C. F. pulverisirten Trass. — Gyps ist stets ein Mörtel von untergeordneter Güte.

Eintheilung der Grubenmauerung. Arten und Formen derselben. Wie schon oben bemerkt, ist der Zweck der Grubenmauerung die Unterstützung einzelner Puncte oder ganzer Räume und Grubenbaue, und Sicherung derselben gegen einen Druck, welcher von Oben oder von den Seiten wirkt, sowie Befestigung einer theilweis unhaltbaren Sohle. Zur Erreichung dieses Zweckes ist die Grubenmauerung wirksam: durch die absolute Festigkeit ihrer Masse und der dieselbe herstellenden Materialien; durch das blosse Gewicht ihrer Masse; durch die Gestalt ihrer einzelnen Theile und durch den Verband derselben.

Die Grubenmauerung ist ferner nach der Zeit ihrer Herstellung entweder solche, welche in bereits vorhandene freie Räume eingebauet wird; oder solche, welche mit der Herstellung der unterirdischen Räume fort-, ja denselben sogar theilweise vorausgeht. Erstere ist die allgemeiner angewendete, letztere kommt nur im schwimmenden Gebirge vor.

Ihrer äussern Gestalt nach ist die Grubenmauerung entweder Scheiben- oder Gewölbmauer. — Unter **Scheibenmauer** versteht man im Allgemeinen zuvörderst eine aus söhligen, oder überhaupt der Grundfläche, auf welcher sie aufgeführt sind, paralle-

len Steinlagen bestehende Mauer. Sie ist entweder **geradstirnig**, d. h., ihre Stirn liegt in einer einzigen lothrecht, oder gegen den Horizont geneigt stehenden Ebene. Oder sie ist **krummstirnig**, wenn die Stirn in einer krummen Fläche liegt.

Unter **Gewölbmauer** versteht man eine, aus lauter keilförmig gearbeiteten, und nach einer, aus einem einzigen, oder aus mehrern Bogenstücken bestehenden regelmässigen krummen Linie, aufgeführte Mauer.

Die vordere freie Fläche der Scheibenmauer heisst die **Stirn**; ebenso die in derselben liegende Seite jedes einzelnen Steins. Die hintere Fläche der Mauer heisst der **Rücken**; der untere Theil der Mauer der **Fuss**; die obere und untere Fläche jedes Steins, dessen **Lager**. Endlich nennt man den ganzen vordern in die Stirn der Mauer fallenden Theil jedes Steines den **Kopf**. — Um ihrem Zwecke zu entsprechen, muss jede Scheibenmauer vor Allem auf einem guten Grunde stehen. Sie kann aufgesetzt werden: auf festes Gestein; auf Gewölbe, auf breite Grundplatten oder Grundsteine, auf hölzernen Rost.

Hinter den Mauerungen oder zwischen diesen und dem Gebirge darf nie ein leerer Raum bleiben. Ist dieser wesentlichen Bedingung entsprochen, so erleiden die Mauern auf allen Puncten ihrer äussern Fläche einen Druck und können nur dadurch zerstört werden, dass sie in das Innere der Strecke stürzen. Es folgt daraus, dass die Bedingungen des Widerstandes der Grubenmauern sehr einfach und von denen der Tagebaue sehr verschieden sind.

In den gewöhnlichen Gebirgen, die keinen starken Druck ausüben, und wenn zu gleicher Zeit die Förste und die beiden Ulmen einer Strecke unterstützt werden sollen, besteht die Mauerung fast immer aus einem halbkreisförmigen Gewölbe oder aus einem vollen Bogen, die auf zwei senkrechten, sich längs den Streckenwänden hinziehenden Scheibenmauern ruht. Der Fuss derselben wird etwas in die Sohle eingelassen, wenn zu fürchten ist, dass, in Folge des Seitendrucks von dem Gebirge oder wegen der ebenen und gleitenden Beschaffenheit der Sohle, die Scheibenmauern durch Gleiten auf dem Fuss umgestürzt werden könnten.

Ist die Streckensohle unhaltbar, so könnten die Scheibenmauern einsinken; zu gleicher Zeit könnte das Sohlgebirge durch Seitendruck in die Höhe getrieben werden. In dem einen oder dem andern Falle würde eine theilweise oder vollständige Zusammendrückung der Strecke erfolgen. Um dies zu verhindern, wendet man eins von den folgenden Mitteln an: 1) Man setzt die Scheibenmauern auf breite Grundplatten oder auf eine Sohle von aneinander liegenden Stücken Eichenholz, die 5 bis 8 Cent. stark sind, Fig. 9, Taf. 12; 2) man schlägt auf dieser hölzernen Sohle und zwischen den beiden Scheibenmauern einen Bogen, in der Gestalt eines umgekehrten Gewölbes, Figur 12, Taf. 15; 3) endlich construirt man ein gänzlich geschlossenes elliptisches Gewölbe, dessen grössere Achse senkrecht oder seiger und dessen kleinere horizontal oder söhlig ist, Fig. 8, Taf. 12. Das erstere Mittel wird dann angewendet, wenn die Strecke nur eng, der Seitendruck schwach ist, so dass nicht zu fürchten ist, die Scheibenmauern werden auf der hölzernen Sohle, welche sie trägt, gleiten. Der zweite und der dritte Fall werden dann angewendet, wenn die Strecken grosse Dimensionen haben, oder wenn der Gebirgsdruck bedeutend ist; in diesem letztern Falle besonders ist eine volle elliptische Mauerung die zweckmässigste. Um aber die Strecke an der Sohle nicht zu eng zu machen, kann man die Ellipse unten abschneiden und dieselbe durch

einen Kreisbogen ersetzen, dessen Halbmesser gross genug ist, um die nothwendige Weite zu erlangen. Man erlangt alsdann fast die in Fig. 11, Taf. 15 dargestellte Form.

Bei dem Abbau thonlägiger oder stark geneigter Gänge ist es zur Offenerhaltung der Strecke hinreichend, ein einfaches Förstengewölbe zu schlagen, auf welchem der Bergversatz, der bei'm Förstenbau fällt, ruht. Die Widerlagen dieses Gewölbes sind das Hangende und das Liegende des Ganges, indem dieselben eine hinreichende Festigkeit haben, um nicht einzugehen. Es sind entweder volle Halbzirkel oder nur Theile, je nach der Festigkeit der Sohlbänder, oder jenachdem der Bogen das Hangende mit unterstützen muss, oder die Förste allein und mit ihr die Last des Bergversatzes über der Strecke.

In einzelnen, seltenen Fällen construirt man auch Spitzbogengewölbe oder Halbcirkel, welche zu gleicher Zeit die Förste und die eine Ulme der Strecke sichern müssen.

Bedingungen des Widerstandes der Gewölbe und der Grubenmauern im Allgemeinen. Wir wollen jetzt ganz kurz die Bedingungen des eigenthümlichen Widerstandes der Grubenmauerung untersuchen.

Man habe zuvörderst ein halbkreisförmiges Gewölbe, Fig. 8, Taf. 15, von dem ADB und adb die innere und die äussere Oberfläche ist, und welches auf senkrechten Scheibenmauern aM, bN, oder auf Widerlagen ruhet, die in dem festen Gestein zugehauen worden sind. Ist dies Gewölbe mit Bergversatz belastet, so ist das Gewicht desselben ungleich bedeutender, als das des Gewölbes selbst, und man könnte ohne einen wesentlichen Irrthum annehmen, dass die Belastung auf der horizontalen Projection der äussern Oberfläche des Gewölbes gleichförmig vertheilt sey. Bezeichnet man die Belastung der Oberflächeneinheit dieser Projection mit p und zieht man zwei Radien Cm, Cm', die mit dem senkrechten Halbmesser Cd zu beiden Seiten gleiche Winkel bilden, so wird die Belastung der cylindrischen Oberfläche, deren Basis der Bogen mm' und bei einer der linearen Einheit gleichen Länge, gleich seyn:

$$2\,pr\sin\vartheta,$$

wobei r den Halbmesser Cm und ϑ der Winkel $mCd = m'Cd$. Man muss annehmen, dass diese Kraft nach dem senkrechten Halbmesser dC angreife. Zerlegt man sie in zwei Kräfte, die senkrecht auf den Verbindungsebenen mn, $m'n'$ stehen, so wird jede der beiden Kräfte $= pr$ seyn.

Nimmt man eine willkührliche Länge xy von dem senkrechten Halbmesser dC, um die Kraft $2\,pr\sin\vartheta$ darzustellen und construirt man das Parallelogramm $xzyv$, dessen Seiten xz, xv senkrecht auf mn und $m'n'$ stehen, so werden xz und xv den Druck auf die Verbindungsebene darstellen. Nun hat man:

$$xz = xv = \tfrac{1}{2}\,\frac{xy}{\cos zxy} = \tfrac{1}{2}\,\frac{xy}{\sin\vartheta}.$$

Und substituirt man xy durch $2\,pr\sin\vartheta$, so kommt:

$$xz = xv = pr.$$

Da der Winkel ϑ aus dem vorhergehenden Ausdrucke verschwunden ist, so folgt, dass der Druck auf allen Verbindungsebenen derselbe ist, und dass er im Verhältnisse des Halbmessers von der äussern Krümmung zunimmt. Soll nun das Gewölbe nicht zerstört werden können, so muss seine Stärke hinreichend seyn, wobei man den Widerstand der Materialien, woraus es besteht, berücksichtigen muss, damit dieselben nicht

von dem oben berechneten Drucke zerdrückt werden; denn es ist unmöglich, dass das Gewölbe durch ein Herausdrängen der in der Nähe der Widerlagen befindlichen Theile zusammenstürze, indem das Gebirge einen unendlichen Widerstand leistet.

Es muss bemerkt werden, dass das Resultat genau dasselbe seyn würde, wenn man annähme, dass der Förstendruck an jedem Puncte senkrecht auf die äussere, als cirkelrund angenommene, Oberfläche wäre, wie es der Fall seyn würde, wenn das Gewölbe eine Flüssigkeit trüge; denn da p stets den Druck auf die Oberflächeneinheit bezeichnet, so würde $p\,r\,d\,\alpha$ der Normaldruck seyn, den ein Längenelement des Gewölbes von der Länge einer linearen Einheit tragen müsste, deren Basis ein Kreisbogen wäre, der von einem unendlich kleinen Winkel $d\,\alpha$ umfasst werden würde. Dieser Normaldruck auf die cylindrische Oberfläche kann in zwei zerlegt werden. Der eine ist horizontal und gleich $p\,r\,d\,\alpha\,\sin\,\alpha$, wobei α den Winkel bezeichnet, den der von dem Elemente auslaufende Radius mit dem senkrechten macht. Der andere ist senkrecht, wirkt von Oben nach Unten und ist gleich $p\,r\,d\,\alpha\,\cos\,\alpha$. Nimmt man an, dass der Bogen von zwei Radien umfasst werde, die gleichweit von dem entfernt sind, welcher zum Schlusssteine des Gewölbes geht, so heben sich die horizontalen Composanten auf, als wenn sie sich zu Zweien gleich und von entgegengesetzten Zeichen wären, und die Mittelkraft von allen diesen Drucken reducirt sich auf eine senkrechte Kraft, die nach dem Radius wirkt, der nach dem Scheitel des Gewölbes geht und gleich $2\int_0^{\vartheta} p\,r\,\cos\,\alpha\,d\,\alpha = 2\,p\,r\,\sin\,\vartheta$ ist, wobei ϑ den halben Winkel im Mittelpuncte des Gewölbes bezeichnet.

Was nun die Scheibenmauern $A\,M$, $B\,N$ betrifft, so müssen sie, wenn sie geradstirnig sind, weder durch den senkrechten Druck zerdrückt werden können, der gleich dem ist, der auf irgend eine Fugenebene des Gewölbes wirkt, noch in das Innere der Strecke geworfen werden können, wenn der Fuss durch den Seitendruck des Gebirges zum Gleiten genöthigt wird. Der erstern Bedingung wird offenbar genügt, wenn sie aus denselben Materialien aufgeführt sind, als das Gewölbe und eine gleiche Stärke, als dieses, haben. Was nun die zweite Bedingung betrifft, so wird ihr oft zu gleicher Zeit mit der erstern genügt werden; allein wenn der Seitendruck des Gebirges sich dem senkrechten, auf den Gewölbbogen ausgeübten nähert, so muss man die Scheibenmauern stärker, oder krummstirnig machen, oder auch eine vollständige oder abgestumpft elliptische, unten auf der Streckensohle, mit einem Kreisbogen geschlossene Mauerung wählen.

Da die Entwickelung, welche uns zur Bestimmung des Druckes auf die Fugenebenen eines halbkreisförmigen Gewölbes führt, unabhängig von dem Winkel ϑ ist, so lässt sie sich auch ohne Schwierigkeit auf den Bogen eines cylindrischen Gewölbes anwenden, dessen Basis irgend eine Curve seyn wird; denn ein Längenelement dieses Gewölbes fällt mit dem eines kreisförmigen Gewölbes zusammen, dessen Halbmesser gleich dem Halbmesser der Krümmung von der Basis des Gewölbes, an dem betrachteten Puncte seyn wird. Demnach ist der Druck auf eine Fugenebene in irgend einem cylindrischen Gewölbe, welches an jedem Puncte der äussern Oberfläche senkrechten Druck trägt, gleich dem Drucke auf die Oberflächeneinheit, multiplicirt mit dem Krümmungshalbmesser der äussern Curve an dem Puncte, von welchem die betrachtete Fugenebene ausgeht. Demnach muss bei einem elliptischen Gewölbe, welches überall auf seiner Oberfläche gleichen Druck erleidet, der Druck auf die Fugenebene an den

Enden der kleinen Achsen am Grössten und an den der langen Achsen am Schwächsten seyn. Nimmt man an, dass der Druck auf die ganze Oberfläche der Fugenebene gleich vertheilt sey, so wird man darauf geführt werden, die Stärke des Gewölbes in Verhältniss zu den Krümmungshalbmessern zu verändern. Es würde daraus gefolgert werden können, dass die Stärken an den Enden der beiden Achsen im umgekehrten Verhältnisse der Cubikzahlen dieser Achsen stehen müssen.

In dem Falle, dass ein Gewölbe gegen das Liegende und Hangende eines Ganges liegt, der etwas fällt, muss dasselbe zu gleicher Zeit der Belastung des Bergversatzes oder des auf dasselbe drückenden, brüchigen Gebirges und auch dem Drucke des Hangenden, welches es mit stützen muss, widerstehen. Ist das Gewölbe oben wenig belastet, und wenn der Förstendruck bedeutend ist, so kann er den Bruch des Gewölbes veranlassen, indem er die Steine an den Widerlagen nach Einwärts drückt und die dem Schlusse benachbarten Theile etwas hebt.

Es sey, z. B., Fig. 7, Taf. 15, ein halbcirkelförmiges Gewölbe *ABDA′B′*, und nehmen wir an, dass der den Widerlagen benachbarte Theil *AB* von Aussen nach Innen gedrängt werde, und zwar durch die Einwirkung des Gebirgsgesteins, auf welchem das Gewölbe ruht, wie, z. B., des Hangenden von einem Gange. Es kann geschehen, dass sich eine Fuge, wie *MN* an dem Fusse des Gewölbes nach dem Rücken, d. h. nach der äussern Oberfläche zu öffnet, eine Fuge *DE* dagegen, in der Nähe des Schlusses, nach dem Busen, d. h. nach der innern Oberfläche zu schliesst. Der Theil *ABMN*, am Fusse, wird in die Strecke geworfen werden, indem er sich um die innere Kante *N* dreht, während der Theil *NMDE* etwas gehoben werden wird, indem er sich um die äussere Kante *D* dreht, um darauf in den innern Raum der Strecke zu stürzen. Man begreift, dass diese Art der Bewegung selbst dann möglich seyn könnte, wenn das Gewölbe auf seinem Schlusse sehr belastet wäre; es würde wirklich hinreichend seyn, dass die Fugenebenen *NM* und *DE*, in der Nähe der Kanten *N* und *D*, durch den Druck der benachbarten Theile, einen Druck, der weit höher ist, als der, welcher nach der Hypothese einer gleichförmigen Vertheilung auf die Fugen stattfinden würde, eine Zerdrückung erlitten. Ein Gewölbe von einem völligen halben Cirkel, und noch mehr ein Spitzbogengewölbe, würde demnach nach der obigen Annahme bei einem bedeutenden Seitendrucke, durch den gleichzeitigen Bruch am Fusse und am Schlusse, zusammenstürzen. Es ist unter diesen Umständen zweckmässig, ein flaches Gewölbe, als Theil von einem Kreise, mit grossem Halbmesser zu construiren, dem man eine bedeutende Dicke giebt. Wenn, z. B., *ABDA′B′*, Fig. 9, Taf. 15, ein ähnliches Gewölbe ist, welches eine, auf einem Gange getriebene Strecke sichert und dessen Hangendes und Liegendes *AM* und *A′N* sind, so wird es unmöglich seyn, dasselbe durch den Förstendruck zu zerstören, wenn der Winkel *AID*, der durch die beiden Geraden gebildet wird, welche, die eine von dem Puncte *A* am Fusse und die andere vom Puncte *D* am äussern Schlusse des Gewölbes ausgehend, sich in irgend einem Puncte *I* der innern Gewölblinie schneiden, wenn dieser Winkel, sage ich, seinen Scheitel nach dem Streckeninnern zugekehrt hat. Denn bei der Bewegung des Umstürzens, wie wir sie angenommen haben, muss sich eine Fuge im Busen schliessen und sich im Rücken öffnen. Zu dem Ende muss sich der Scheitelpunct *I* des Winkels *AID* erheben, und diese Bewegung ist unmöglich, weil, der Hypothese nach, die Puncte *A* und *D* sich nur durch den Förstendruck einander nähern können. Nun wird aber der Scheitel des Winkels *AID* stets nach dem Gewölbbusen zugekehrt seyn, sey der Punct *I*, welcher

er wolle, wenn die Tangente AT, welche zu dem Puncte A der innern Curve gezogen worden ist, unter dem Scheitel D der äussern Curve durchgeht. Bezeichnet man mit f den Pfeil oder die Höhe $D'K$ des Gewölbes; mit e die Stärke DD'; mit ϑ den Winkel, den die Tangente AT mit der Sehne oder Weite AA, gleich dem, welchen die Ebene BA der in das Gestein gehauenen Widerlage mit der senkrechten Ebene macht; mit c die halbe Sehne AK, so hat man: $SK = c \tan \vartheta$, und der Punct D wird über dem Puncte S liegen, wenn $e + f$ grösser, als SK, ist. Die Bedingung, unter welcher das Gewölbe einen sichern Widerstand zu leisten vermag, wird daher durch den Ausdruck:

$$e \times f > c \tan \vartheta$$

bezeichnet. Ist die Curve $AD'A'$ ein Kreisbogen, dessen Halbmesser r, so hat man: $D'K = f = r(1 - \cos \vartheta)$, $c = r \sin \vartheta$ und die vorhergehende Bedingung wird:

$$e + r(1 - \cos \vartheta) > r \sin \vartheta \tan \vartheta \text{ oder } \frac{e}{r} > \frac{1}{\cos \vartheta} - 1.$$

Für einen vollen halbkreisförmigen Bogen würde $\vartheta = 90°$, $\cos \vartheta = 0$, und $\frac{e}{r}$ würde unendlich. Die gedrückten oder flachen Gewölbe sind daher die einzigen, welche in dem vorliegenden Falle zweckmässig sind, und sie sind es auch, die man anwendet. Wir entnehmen die folgenden Angaben aus den Bergwerken des sächsischen Erzgebirges, wo, wie schon gesagt, die Grubenmauerung überall angewendet und sehr vorzüglich ausgeführt wird. Wenn die Ulmen einen der Förste zu vergleichenden Druck ausüben, ist die Höhe des Kreisbogengewölbes gleich $\frac{1}{10}$ der Weite ($2\frac{1}{2}''$ auf die Elle von $24''$), und die Stärke des Gewölbes beträgt das Zwölffache der Höhe, 0,71 Met. ($1\frac{1}{4}$ Leipziger Ellen), für eine Höhe von 0,06 Met. Ueben die Ulmen keinen Druck aus, so macht man das Gewölbe höher und selbst halbkreisförmig. Die Weite des Gewölbes hängt von der Mächtigkeit des Ganges ab und übersteigt gewöhnlich 1 Met. oder $\frac{1}{2}$ Lachter nicht.

Wir werden nunmehr eine Reihe von Beispielen zweckmässiger Streckenmauerungen betrachten.

Ausführung der Streckenmauerung. In losem Gebirge, wie Thon, Dammerde etc. und in geringer Tiefe unter Tage räumt man dasselbe über einem in Mauerung zu setzenden Stollen gänzlich ab und stützt die seigern Wände durch ein Abgetriebe, indem man, wenn es nicht zu lose ist, Bohlen dagegen legt und diese durch Stempel auseinander hält. Ist der Graben tief, so dass der Abraum nicht sogleich auf einmal mit der Schaufel auf die Oberfläche geworfen werden kann, so bringt man eine oder mehrere Bühnen übereinander an, welche durch die Stempel oder Riegel, die die Wände halten, getragen werden, und die vordere Seite des Abraums treibt man strossenartig. Man führt zuvörderst die Scheibenmauern zu beiden Seiten auf und schlägt ein Gewölbe darüber, auf welches dann die abgeräumten Berge gestürzt werden. Die Mauerung schreitet gleichzeitig mit dem Abraume vor.

Zu den Stollenmauerungen dieser Art wendet man oft nur Moosmauerung an. Man macht die Mauern dann 20 bis 24 Zoll stark, und sie sind in schwimmendem, nicht sehr druckhaftem Gebirge zweckmässiger, als die mit hydraulischem Mörtel aufgeführten, besonders wenn man zweckmässige Baumaterialien, hauptsächlich Steine von ziemlich regelmässiger Form, die breit aufliegen, hat. Das durch das Gebirge dringende

Wasser geht zwischen den Steinen durch und zerstört die Mauern nicht. Zuweilen nimmt man statt des Gewölbes auch nur Steinplatten, welche auf die beiden Scheibenmauern aufgelegt werden.

Ist der Druck bedeutend und das Gebirge zu gleicher Zeit schwimmend, so muss man Wassermörtel anwenden und in den Mauern hin und wieder kleine Canäle anbringen, durch welche das Wasser aus dem Gebirge in den Stollen gelangt. Ist die Sohle nicht fest, so stellt man die Scheibenmauern auf aneinander gefügte eichene Bohlen, wie Fig. 9, Taf. 12, zeigt. Auf dieser Sohle von Bohlen ist die Wasserseige, und man braucht nicht zu fürchten, dass sie dadurch faulen, weil stets unter Wasser befindliches Holz sich weit länger erhält. In Villefosse's Mineralreichthum, an dem schon weiter oben erwähnten Orte, ist ein Stollenbetrieb im schwimmenden Gebirge, mit Abraum, im Tecklenburgschen, beschrieben.

Oft wird auch in diesem Falle ein flacher, umgekehrter Bogen auf der Sohle vorgerichtet, auf welchen man die Scheibenmauern stellt, wie Fig. 12, Taf. 15, zeigt. Man macht diese Gewölbe, wenn man leicht zu bearbeitende Steine hat, gerne trocken und verfährt dann auf die gewöhnliche Weise, wie wir sogleich sehen werden.

Wir wenden uns nun zur Streckenmauerung in eigentlich unterirdischen oder Grubenräumen. — Soll zur Ausführung eines Gewölbes geschritten werden, so ist, wie bei der Scheibenmauerung, und zwar meist noch mehr, für die Herstellung des erforderlichen Raumes zu sorgen, wenn derselbe nicht schon vorhanden ist. Dies kann schon vorläufig, nach der allgemeinen Bestimmung der Art des anzuwendenden Gewölbes, geschehen, welcher Raum alsdann, vorzüglich bei grössern Bauen, nach Aufstellung der Schablonen noch genauer berichtigt wird, damit man nicht etwa denselben Anfangs überflüssig gross vorrichte und ihn, den dadurch verursachten, oft sehr bedeutenden Kostenaufwand ungerechnet, später wieder auszusetzen genöthigt sey.

In festem Gesteine wird dieser Raum ausgeschossen, oder mit Schlägel und Eisen ausgehauen. Ist er aber in abgebauetem und wieder versetztem Felde herzustellen, in schon verzimmertem Felde, aber nicht weit genug vorhanden, so geht man durch Abtreiben mit sogenannter verlorner Zimmerung in der erforderlichen Weite und Höhe der Mauerung voraus, und zwar mit möglichst schwachem Holze, da es nur selten wieder zu gewinnen ist. — Ist festes Gestein in grossen Massen klüftig, so kann es nur mit Schlägel und Eisen bearbeitet werden, weil man durch Schiessen es im Ganzen rege machen könnte.

Den zum Arbeiten nöthigen Raum macht man über dem Gewölbe 12 bis 18 Z. hoch. Ist, besonders bei wichtigen Ausführungen, der Raum ganz oder zum Theil im frischen Felde herzustellen, so werden gleich Anfangs, zur Erlangung eines festen Anhaltens, Hauptlehren geschlagen und Schnuren gezogen. Sehr zweckmässig ist es, vorzüglich auf Stollen, gleich bei'm ersten Abtreiben die Förstenzimmerung so hoch zu schlagen, dass später Mauerung darunter Platz hat.

Ist die Curve für das Gewölbe bestimmt und verzeichnet, so werden hiernach die Schablonen und Lehrbögen, von den Arbeitern auch Biegen genannt, gefertigt. Sie bestehen aus zusammengefügten und durch übernagelte Leisten und Querbänder verbundene Breter, welche nach der dem Gewölbe zu gebenden Form geschnitten sind und somit die Gestalt des Querschnittes geben, nach welchem das Gewölbe aufgeführt werden soll. Fig. 1 und 2, Taf. 15 *A*. Sie werden, je nach der Schwere der Gewölbe, aus schwächern oder stärkern Bretern angefertigt. Sollen sie später

verschalt werden, so schneidet man sie nach einem um soviel kleinern Krümmungshalbmesser, als die Stärke der aufzulegenden Verschalung beträgt. Zu ganz oder fast umlaufender Mauerung werden die Schablonen nur aus soviel Bretern zusammengesetzt, als nöthig sind, um die Gestalt des Gewölbes darauf zu beschreiben und dem Ganzen hinlängliche Haltbarkeit zu geben. Fig. 2, Taf. 15 *A*. Es muss in ihrem Innern auch soviel Platz bleiben, dass die Communication nicht gänzlich gesperrt wird. Nach der Curve einer dieser Schablonen werden die aller übrigen gefertigt.

Nach Herstellung des nöthigen Raumes wird, durch genaues Ablehren und Schnurenziehen, die richtige Lage des Gewölbes bestimmt, worauf man, vornehmlich bei Streckengewölben, die Stege für die Lehrbögen legt. Sie werden, je nach der Schwere des Gewölbes, aus 6, 8, 10 oder 12 Zoll starkem Holze gemacht. Man legt sie in Bühnloch und Anfall, welche in das Gestein eingehauen sind, oder, wenn letzteres nicht fest genug seyn sollte, unterstützt man sie durch an den Enden untergesetzte Bolzen und Unterzüge. Für Ellipsen werden auch wohl die Stege auf die Sohle gelegt, öfter die Schablonen unmittelbar auf letztere aufgesetzt, oder endlich wohl auch auf beiden Seiten zwei starke Schwellen im Streichen des Gewölbes gelegt und auf diese alle Schablonen aufgesetzt. *a*, Fig. 2, Taf. 15 *A*. Wo die Widerlager des Gewölbes in Scheibenmauern bestehen, werden natürlich die Stege auch auf diese aufgelegt.

Nachdem nun nach der richtigen Stellung der Schablonen der nöthige Raum genauer bestimmt worden ist, werden die Widerlager gehauen. Auch auf diese hat man schon vorher, bei Zuführung des ganzen Raumes, Rücksicht genommen und darf sie nun nur vollends genau berichtigen. Da sie in Radien der Gewölbbogen liegen, so ist ihre Bestimmung bei halbkreisförmigen Gewölben leicht, bei Ellipsen und Kettenlinien aber schwieriger

Sobald die Widerlager hergestellt sind, werden die Lehrbögen mit der Verschalung bedeckt, die aus Latten, oder schmalen Schalbretern oder stärkern Pfosten besteht (Fig. 1). Gewöhnlich wird die Verschalung nur theilweise oder nach und nach aufgelegt. — Für ausgedehntere Mauerungsanlagen werden diese Vorarbeiten nicht in einem Male auf die ganze Länge aufgeführt, sondern das Höherabtreiben, Aufstellen der Lehrbögen und Hauen der Widerlager erfolgt dann meist auf je 4 bis 6 Lachter Länge, worauf man die Mauerung beginnt, jene Arbeiten aber in gleicher Länge fortsetzt. Die Lehrbögen und Verschalungen nimmt man gern von 12 zu 12 oder von 24 zu 24 Fuss weg und stellt sie am Anfange der fortgehenden Mauerungsanlage wieder auf. War es nicht schon zum Hauen der Widerlager erforderlich, so werden jetzt noch zwischen den Schablonen auf den Bogenstegen oder unter denselben, erforderlichen Falles, Gerüste aufgestellt, sowohl für die Maurer, als zur Erleichterung der Zuförderung.

Bei dem Wölben ist eine grosse Sorgfalt auf die Einbringung des Schlusssteins zu richten; allein da selten hinreichender Raum vorhanden ist, so wird er meist von der Seite und nicht von Oben eingetrieben. Er wird dazu in der Lage, welche er in dem Gewölbe einnehmen soll, auf die Verschalung aufgestellt und mittelst eines auf die Stirn aufgesetzten Setzholzes (eines hölzernen Klötzchens) und eines Treibefäustels, eingetrieben. Sollte er von Oben eingetrieben werden, so wird das Setzholz auf den Nacken aufgesetzt. — Der Regel nach werden die Gewölbe in stufenweis abgesetzten Schichten fortgeführt, indem die Füsse auf den Widerlagern am Weitesten vorausgehen, die mittlern Schichten nach und nach weiter zurückbleiben. — Wenn zwei Strecken,

die unter irgend einem Winkel zusammentreffen, oder sich kreuzen, ganz in Mauerung zu setzen sind, so wird daselbst ein ganzes oder halbes Kreuzgewölbe angelegt. Sind dagegen beide Strecken nur theilweis auf der einen Seite in Mauerung, z. B., in Stutzgewölbe, zu setzen, oder es geht von einer Strecke eine andere unter irgend einem Winkel ab, so wird die Mauerung auf jeder für sich behandelt, indem man die Schablonen nacheinander oder auch zusammen aufstellt, nur werden dabei die Steine, welche die Ecke der Mauerung bilden, so vorgerichtet und gelegt, dass sie eine gute Verzahnung und Verbindung beider Stücke herstellen.

Die Streckenmauerung zerfällt im Allgemeinen 1) in Mauerung auf saigern und 2) in solche auf flachen Strecken. Unter erstern sind diejenigen zu verstehen, deren beide Ulmen senkrecht oder saiger auf Lagern, Flötzen, Stöcken oder im Nebengestein, oder welche auf saiger fallenden Gängen, unter flachen diejenigen, welche auf flach fallenden Gängen getrieben sind.

Auf saigern Strecken können folgende Fälle vorkommen, oder es kann zu verwahren seyn: 1) die Förste; 2) die Förste und Hangendes, oder Förste und Liegendes; 3) Förste, Hangendes und Liegendes; 4) Förste, Hangendes, Liegendes und Sohle.

Die bei Weitem allgemeinste und vielseitigste Regel für Gewölbe und Bögen zur Streckenmauerung ist die: die Sehne des Bogens der Richtung des Druckes rechtwinklich entgegen zu setzen. Erfolgt daher *a*) der Druck vertical, so ist die Sehne horizontal zu legen; *b*) ist der Druck flach, d. h., in einer gegen den Horizont geneigten Richtung, wirkend, so legt man die Sehne ebenfalls flach und rechtwinklich gegen die Richtungslinie des Druckes; *c*) wirkt endlich der Druck von der Seite ganz horizontal, so giebt man der Sehne eine verticale Lage.

Bei s a i g e r n S t r e c k e n kommen folgende Fälle vor:

1) Sind Hangendes und Liegendes, wie auch die Sohle, haltbar, ist aber in der Förste ausgehauenes Feld, oder übt die Gangmasse viel senkrechten Druck aus, so wird man ein Förstengewölbe mit söhliger Sehne zwischen Hangendem und Liegendem einzuspannen haben. Man wendet dazu keinen vollen Halbkreis, sondern einen flachen Bogen an, der einen kleinern oder grössern Theil von einem Halbkreise bildet, wie Fig. 3, Taf. 15 *A* zeigt, indem jenes nur geringen Widerstand bei nicht ganz senkrechtem Drucke leistet.

Ist das Hangende oder Liegende zwar an sich fest, aber hat eines von beiden oder haben beide einzelne zerklüftete und weniger haltbare Stellen, so kann man sich in vielen Fällen dadurch vollkommen helfen, dass man die Widerlager tiefer, und so weit in das Gestein hinein legt, bis man einen festen Punct dazu gefunden hat. Zuweilen ist es aber schon hinreichend, nur einzelne, weniger haltbare, Puncte in den Widerlagern bis auf festes Gestein niederzuhauen und durch einzelne Stücke Scheibenmauer auszugleichen.

2) Ist eine der Ulmen, das Hangende oder das Liegende, so gebräch, dass man gar keine haltbaren Widerlager in denselben zu finden wüsste, so kann man:

a) auf der flüchtigen Seite, von der Sohle aus, ein Gewölbe nach der Förste auf der andern, haltbaren Seite schlagen, welches am Zweckmässigsten aus einer, aus mehren Kreisbogenstücken zusammengesetzten Ellipse besteht, wie Fig. 4, Taf. 15 *A* zeigt. Oder

b) auf der flüchtigen Seite Scheiben- oder Widerlagermauer aufführen und auf dieser ein Förstengewölbe mit horizentaler oder mit, nach der festen Seite ansteigender

Sehne aufsetzen; letzteres Fig. 5. Diese Art bezeichnet man allgemein mit dem Namen halber Mauerung.

3) Ist Druck von beiden Seiten vorhanden, so wird ein kleinerer oder grösserer Theil der Ellipse angewendet (Fig. 10 und 11, Taf. 15), welche unten auf die feste Sohle, oder bei minder durchgängiger Haltbarkeit im Einzelnen, auf starke Steinplatten aufgestellt werden.

Ist Hangendes und Liegendes in ganzen grossen Massen druckhaft, so kann diesem Drucke durch starke Spanngewölbe begegnet werden. Diese können entweder:

1) nur einfache, von angemessener Stärke und geringem 1 bis 2 Zoll betragendem Cirkel seyn, welche für Seiten- und Förstendruck zugleich dienen, die dann beide im Gleichgewicht halten sollen. Oder

2) hier können, bei vorhandenem hinlänglichen Raume, aus blossen horizontalen, gut zusammengearbeiteten Spannschichten bestehen, welche in der Mitte durch einen aufgemauerten Scheider unterstützt werden, um sich nicht durch ihre eigene Schwere zu senken. Jedoch sind sie nur bei geringem oder gar keinem Förstendrucke anwendbar und stehen dann völlig an der Stelle der Spreizen und Förstenstempel in der Zimmerung. Nur müssen die Strecken so weit seyn, dass der Scheider angebracht werden kann, der die Strecke in zwei Hälften theilt; Fig. 6, Taf. 15 *A*. Oder endlich

3) wenn man fürchtet, dass ein einfaches Spanngewölbe durch den starken Seitendruck gehoben werden möchte, so kann es durch ein schwaches, umgekehrt darauf geschlagenes Gegengewölbe Gegenspannung erhalten, welches letztere mittelst des durchgehenden Schlusssteins mit dem unteren verbunden wird; Fig. 7.

Ist die Sohle so unhaltbar, dass man, selbst durch theilweis tieferes Niederhauen der Widerlager, durchaus keinen festern Grund zu erhalten vermag, so können sogenannte Erdbögen geschlossen werden. Dieselben werden als flach gespannte Bögen, deren Sehne in dem Streichen der Strecke liegt, mit beiden Füssen auf die einzelnen, als fest erkannten Puncte der Sohle aufgesetzt. Fig. 8, Taf 15 *A*. Man giebt diesen Bögen einen Cirkel von 3 bis 4 Zoll und nach Beschaffenheit der Sohle bis 24 Fuss Spannweite. Auf diese Erdbögen kann gleich Scheibenmauer aufgesetzt und durch aus denselben hervorgehende Steine mit ihnen verbunden werden. Beabsichtigt man hingegen, Gewölbe daraufzusetzen, so muss der Rücken der Erdbögen zuerst mit Scheibenmauer ausgeglichen und zu ebnen Widerlagern vorgerichtet werden, wie Fig. 8 zeigt. — Ist das Gestein hinter den Erdbögen rollig, so werden die Busen derselben mit Scheibenmauer ausgefüllt, oder die Sohle wird, wo möglich, gleich Anfangs nach der Gestalt der innern Wölbung gehauen, so dass der Bogen fast aufsitzt und keinen grossen Zwischenraum lässt. Bei nur im Ganzen flüchtigem und druckhaftem Gestein, kann man den Raum unter den Bögen ganz offen lassen.

Ist endlich 4) ausser Förste, Hangendem und Liegendem auch die Sohle unhaltbar, so kann man sich ausser den, für den letzten ad 3) genannten Fall, zu wählenden Verwahrungsarten, noch mehrerer Hülfsmittel bedienen.

1) Des schon erwähnten: die Sohle mit grossen Steinplatten abzudecken und auf diese die Scheiben- oder Ellipsenmauer aufzuführen. Es ist zu wählen, wenn die, im Ganzen feste Sohle an einzelnen Puncten weich und gebräch ist.

2) Ein zweites, unter diesen Umständen zweckmässiges Mittel besteht darin, ein umgekehrtes Gewölbe, mit der innern Wölbung nach Oben gewendet, in der Sohle,

auf dessen Füsse man die übrige Mauerung aufsetzt, so dass dieselbe dem erstern Spannung ertheilt. Fig. 10, 11 und. 12, Taf. 15 und Fig. 9, Taf. 15, *A*.

3) Ist die Sohle ganz abgebauet, muss man auch über abgeworfene Schächte weggehen, und hat man Radstuben anzulegen etc., so legt man unter der Streckensohle, in Entfernungen von, nach Verhältniss der Gesteinsfestigkeit in den Ulmen, 4 bis 8 F. voneinander, Tragebögen vom Hangenden nach dem Liegenden an, setzt unmittelbar auf diese, oder deren mit Scheibenmauer geebnete Rücken Erdbögen und auf diese die Seitenmauern mit Förstengewölbe, oder welche Verwahrungsart man sonst gewählt hat. Fig. 10, Taf. 15, *A*. Trage- und Erdbögen werden dann wieder mit Bergen verstürzt oder gleich auf erstere Tragewerk, vielleicht auch nur Spundstücke, aufgelegt, über welchen das Tragewerk seine Befestigung in den Seitenmauern findet. Statt der einzelnen Tragebögen kann man wohl auch, vorzüglich bei vorhandenem ganz freien Raume in der Sohle, ganze Tragegewölbe schliessen und durch diese die Erdbögen ersparen.

Ist endlich nirgends festes Gestein zu finden, die Sohle weich und nachgebend, so muss ganz umlaufende Ellipsenmauerung angelegt werden. Fig. 8, Taf. 12. Diese kann daher auf abgebaueten Strecken, in denen die Sohle aus altem Mann oder aufgelöster Gebirgsmasse besteht, oder auch in schwimmendem und dem ähnlichem Gebirge vorkommen. Jedoch wird man die ganz umlaufende Ellipse selten irgendwo anders, als auf Hauptstollen, anwenden. Auf die Streckenmauerung im schwimmenden Gebirge werden wir weiter unten zurückkommen.

Ein etwas abweichendes Verfahren hat man bei einigen Mauerungsanlagen in aufgeschwemmtem, rölligem und dem schwimmenden ähnlichem Gebirge, in Sand u. dgl. im Mannsfeldischen angewendet, indem man die Ellipse nicht ganz umlaufen liess, sondern sie auf einen hölzernen Rost setzte, Taf. 15, *B*, Fig. 1, 2 u. 3.

Das Gebirge bestand aus rölligem Stinkstein, sogen. schwimmender Asche, feinem Fluss- und grobem Geröllsande. Oft war ein Gemenge der beiden letztern vorherrschend, welches, an sich ganz trocken, durch den Zutritt der Stollenwasser oft schwimmend wurde und in diesem Zustande nicht die geringste Haltbarkeit darbot. — An solche Puncte legte man für die Mauerung einfache oder doppelte hölzerne Roste, letztere vornehmlich zu Anfange der Mauerungs-Ausbrechungs-Arbeiten, im schwimmenden Flusssande.

Für die Herstellung eines einfachen Rostes wurden gegen 2 Zoll starke und 10 bis 12 Zoll breite kieferne Bohlen (Grundladen) quer über die Stollensohle ganz horizontal und fest aneinander gelegt, welche, ohne weiter miteinander verbunden zu werden, den Grund zur Mauerung bildeten. Da jedoch diese Hölzer durch die zudringenden Wasser wieder gehoben und verschoben wurden, bevor man Zeit hatte, zur Mauerung selbst vorzuschreiten, so half man sich dadurch, dass man eine Schwelle der Länge nach in der Mitte über die Grundladen legte, und dieselbe mittelst Stempeln fest gegen die Förste antrieb. Fig. 1, Taf. 15, *B*. Dann erst konnte die horizontale Lage der Grundladen berichtigt werden, indem man dieselben fest aneinander und auf denjenigen Puncten, wo sie etwa noch höher, als auf den andern, hervorstanden, niederschlug, worauf sogleich die Mauerung auf dieselben aufgesetzt wurde.

Doppelte Roste bestanden aus Längen- und Querhölzern (Grundladen) von obengenannter Stärke und Breite, von denen die untern der Länge, über diese die obern der Breite nach, quer über die Stollsohle gelegt und auf die angegebene Weise, ebenfalls ohne besondere Verbindung, in horizontale Lage gebracht wurden. Fig. 2, Ta-

fel 15 *B*. Auch legte man statt der Bohlen Schwellen von 5 bis 6 Zoll starkem eichenen Holze, der Länge nach, und auf diese diejenigen Grundladen querüber, auf welche die Mauerung aufgesetzt werden sollte. Fig. 3, Taf. 15 *B*. Die Schwelle *a* kam unter den linken, *b* unter den rechten Seitenstoss der Mauer, *c* aber in die Mitte der Stollsohle zu liegen.

Auf alle diese Roste wurde die Mauerung ohne besondere Abdachung der Oberfläche, nach den Radien der Ellipse und ohne besonders aufgeführte Scheibenmauer, aufgesetzt. Hatte man aber dieselbe bis etwa zur Höhe des Stollenwasserstandes aufgeführt, so wurde die Sohle mit einem Pflaster von guten Steinen versehen, um den Mauern die gehörige Spannung zu geben.

Ist endlich das Gestein nur in einer Ulme unganz, jedoch ohne Druck, daher nur das Hereingehen einzelner Schalen zu verhüten, so kann dies durch zwischen Sohle und Förste eingespannte krummstirnige Scheibenmauer, mit oder ohne Neigung der Sehne, geschehen.

Zusammengesetzter und meist auch in ihrer Beseitigung schwieriger, als auf saigern, sind die auf flachen Strecken vorkommenden Fälle, da auf ersteren der Druck immer noch mehr eine regelmässige Richtung annimmt und behält, während er sich auf letztern später noch oft verändert.

Auf flachen Strecken kann zu verwahren seyn: 1) Die Förste; 2) das Liegende; 3) das Hangende; 4) Förste und Liegendes; 5) Förste und Hangendes; 6) Förste, Hangendes und Liegendes; 7) Förste, Hangendes, Liegendes und Sohle; 8) Förste, Hangendes und Sohle; 9) Förste, Liegendes und Sohle.

1) Ist nur die Förste zu verwahren, so geschieht dies durch ein gewöhnliches, nach einem Kreisbogenstücke gespanntes Förstengewölbe, dessen Sehne der Richtung des Druckes, wo möglich, rechtwinklich entgegengesetzt wird.

2) Ist das Liegende allein zu verwahren, so können dabei mehrere Fälle eintreten. — *a)* Entweder ziehen sich von dem gebrächen liegenden Gesteine nur einzelne Schalen ab, welchem Verhalten man durch eine einfache, mehr oder weniger auf dem Rücken liegende, krummstirnige Scheibenmauer hinlänglich begegnen kann, wie Fig. 4, Taf. 15, *B*, zeigt. Auch genügt in diesem Falle wohl eine von der Sohle bis zur Förste aufgeführte, starke geradstirnige Scheibenmauer, hinter welcher der Raum mit Bergen versetzt wird, wenn eine solche den Raum der flachen Strecke im Uebrigen nicht zu sehr beengt.

b) Es können über der Strecke auf dem Gange alte Baue vorhanden, und diese mit Bergen und altem Mann ausgestürzt seyn, deren Hereinkommen auf dem Liegenden man verhindern will, so dass also immer nur ein geringer Druck vorhanden ist; alsdann kann ebenfalls eine noch mehr aufgerichtete, zwischen Förste und Sohle eingespannte, krummstirnige Scheibenmauer hinreichen.

c) Wird jedoch diese Last stärker, so ist die krummstirnige Scheibenmauer nicht hinreichend, sondern in ein wirkliches, von der Sohle oder von dem Liegenden nach der Förste oder den Hangenden zu schlagendes Stutzgewölbe zu verwandeln.

3) Dasselbe wird angewendet, wenn das Hangende,

4) wenn die Förste sammt dem Liegenden,

5) wenn die Förste und das Hangende

gegen wirklichen stärkern Druck zu verwahren sind. — Will man Hangendes und Liegendes gleichsam nur voneinander abspreizen, indem in einem von beiden zugleich

durch grosse sich lösende Schalen oder ganze Gebirgsmassen sehr starker Druck erzeugt wird, so kann man dies durch einfache Spannbögen oder Spanngewölbe erreichen.

7) Ist endlich auch die Sohle unhaltbar, so kann man denselben Regeln folgen und dieselben Mittel anwenden, welche für diesen Fall für saigere Strecken angegeben worden sind.

8) Ferner kann der Fall eintreten, dass Förste, Hangendes und Sohle unhaltbar sind. Soll die Strecke nicht ganz in das feste Liegende gelegt werden, so wird es, bei von allen übrigen Seiten wirklich ausgeübtem Drucke, zweckmässig seyn, nur die Sohle in das Liegende zu legen und auf letzteres eine theilweise Ellipse aufzusetzen, Fig. 5, Taf. 15 *B*, deren unterer Fuss in von *a* aus tangential und saiger niedergehender Scheibenmauer auf dem Liegenden fest begründet und mit demselben durch den Absatz *b* gleichsam verzahnt ist.

Bietet indess das Hangende noch hinlänglich feste Widerlager dar, so schlägt man zuerst vom Liegenden nach dem Hangenden ein Grundgewölbe, stellt auf diesem durch Scheibenmauer eine horizontale Sohle her und setzt auf diese endlich eine Ellipse auf. Fig. 6, Taf. 15, *B*.

9) Weit schwieriger wird aber der Fall, wenn das Hangende allein fest ist. — Hat unter diesen Umständen das Liegende noch soviel Haltbarkeit, dass ein vom Hangenden aus mit aufsteigender Sehne weit in das liegende Gestein hineingelegtes flaches Spanngewölbe noch sichere Unterstützung findet, so kann auf dieses ein Stutzgewölbe, oder eine theilweise Ellipse aufgesetzt werden. — Fällt hingegen auch die Möglichkeit dieser Unterstützung weg, indem sich das Liegende im Ganzen zieht, so muss die Anlage so behandelt werden, als wenn Förste, Hangendes, Liegendes und Sohle unganz wären und gar keinen Stützpunct darböten.

Wir haben aus dem bisher Gesagten ersehen, dass man in neuerer Zeit, wo es irgend zweckmässig und mit Vortheil ausführbar gewesen ist, bei der Grubenmauerung die Ellipse im Ganzen und in einzelnen Theilen angewendet hat. Wir wollen daher noch einige Bemerkungen über diese Mauerungsart machen.

Die allgemeinen und Hauptrücksichten, welche bei Bestimmung der Dimensionen und bei Entwerfung der Figur der Ellipse, nächst der auf Art und Richtung des Druckes, zu nehmen, sind die auf die Bestimmung der Strecke, nämlich: *a)* ob die Strecke, für welche die Ellipse bestimmt ist, mehr zur Fahrung und Förderung, oder *b)* ob sie mehr zur Führung grosser Wassermengen bestimmt ist.

Im erstern Falle wird die Ellipse nicht zu hoch, aber oben mehr rund angelegt werden, um den darin enthaltenen freien Raum auf's Beste benutzen zu können; im andern Falle, welcher besonders bei Stollen eintritt, wird sie hoch, auch wohl unten etwas weiter, als oben, angelegt.

Beide Bestimmungen ändern sich indess auch oft sehr nach den örtlichen Verhältnissen. So wird, z. B., im zweiten Falle, bei Stollen und Strecken auf flachfallenden Gängen, dem untern Theile der Ellipse gern schon an sich eine grössere Weite, der ganzen aber eine geringere Höhe, gegeben, um mit ihr soviel, als möglich, auf dem Gange zu bleiben und nicht zu tief in das Liegende oder Hangende, oder in beide zugleich, hineingehen zu müssen. Ist jedoch die Gangmasse sehr gebräch, so dass man die Strecke dennoch weit in das Liegende legen und in diesem hier zuviel ausschlies-

sen müsste, so macht man die Ellipse lieber höher und lässt sie wohl zugleich mit der obern Kappe in das Hangende reichen.

Für die Stollenmauerung, welche meist regelmässiger und mehr nach einem bestimmten Plane hergestellt wird und, der Beschaffenheit des Betriebes zufolge, werden kann, als die in den Fündgrübner Bauen, hat man bei dem Sächsischen Bergbaue bestimmte Dimensionen nach denen festgesetzt, welche die Stollen nach Maassgabe ihrer Bestimmung zu erhalten pflegen.

Für gewöhnliche Stollen und Strecken erhalten daher diese Ellipsen $1\frac{1}{8}$ Lachter lichte Höhe, incl. $\frac{1}{8}$ Lachter für die Wasserseige und $\frac{1}{2}$ Lachter lichte Weite.

Für Hauptstollen und Strecken, welche viel Wasser zu führen haben, oder überhaupt für solche, von denen man erwarten kann, dass sie bedeutende Baue lösen werden, giebt man der Ellipse $1\frac{1}{4}$ Lachter lichte Höhe, incl. $\frac{1}{4}$ Lachter Wasserseige und $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Lachter Weite. Diese Weite richtet sich dann aber auch sehr nach den vorhandenen freien Räumen.

Grosse Revierstollen endlich erhalten bis 2 Lachter Höhe, nicht leicht aber mehr als $\frac{3}{4}$ Lachter Weite.

An sehr nassen Stellen sind über den Gewölben Lettenbetten geschlagen, diese mit Steinplatten oder Bretern abgedeckt, und in dem Gewölbe selbst, zum Durchgange des Wassers, Oeffnungen gelassen. Fig. 7, Taf. 15, *B*.

Ein anderer bei der Herstellung der Ellipse in der Strecken- und Stollenmauerung zu erlangender Vortheil ergiebt sich aus der dabei anwendbaren Art der Abtreibezimmerung, der sogenannten Sparrenzimmerung, Fig. 8, Taf. 15, *B*, bei welcher man, gegen das Abtreiben mit ganzen Thürstöcken, an frei zu machendem Raume die Ecken *a* und *b*, an Zimmerung selbst, in der Länge der Kappe *c*, erspart.

Eine besondere Anwendung der Mauerung ist noch die zur Herstellung von Wasserseigen und Spundstücken bei nicht ganz haltbarer und wasserdichter Sohle. Sie haben die Gestalt der gemauerten Wasserleitungsgräben über Tage, und wie Fig. 9, Taf. 15, *A* zeigt.

Die Stege für das Tragewerk werden, in ganzer Streckenmauerung, entweder gleich mit eingemauert, jedoch die Löcher, in welche sie zu liegen kommen, auf der einen Seite etwas grösser gemacht, um sie leicht auswechseln zu können, oder es wird erst später für sie Bühnloch und Anfall eingehauen, oder endlich, sie werden nur mit Fusspfählen an die Mauer angetrieben.

Zuweilen werden aber auch, zur Ersparung des Holzes oder aus andern Ursachen, gemauerte Stege, oder ganzes gemauertes Tragewerk angelegt. Einzelne Stege werden in der Entfernung, welche die hölzernen voneinander erhalten, wie gewöhnliche Bogen von 3 bis 4 Zoll Cirkel, 12 bis 18 Zoll Stärke, gegen Widerlager im festen Gestein oder in der übrigen Mauerung gespannt. Im andern Falle wird die ganze Wasserseige mit demselben Cirkel und derselben Stärke, wie die Stege, überwölbt, jedoch in solcher Höhe, dass noch genug Raum unter dem Gewölbe bleibt, um sie reinigen zu können, wozu man im letztern, in gewissen Entfernungen, Oeffnungen lässt, durch welche die Arbeiter hineinsteigen.

Wird ein solches Tragewerk gehörig verschlossen gehalten, so kann es sehr gut zur Wetterführung benutzt werden. — Der Rücken des Gewölbes wird zu beiden Seiten mit Bergen geebnet, und es wird, wenn es erforderlich ist, die Förderbahn darauf vorgerichtet.

Zu erwähnen ist endlich noch die Rollmauer, welche eine besondere Classe der Grubenmauerung und zwar den Uebergang aus derselben in den Bergversatz bildet. Sie wird, zur Herstellung und Sicherung von Rollen aus Förstenbauen, trocken und nur aus grossen Bergwänden, jedoch mit glatter Stirn, aufgeführt. Zu ihr gehört die für denselben Zweck vor dahinter liegenden Bauen aufgeführte, und die Haldenmauer über Tage. Beide werden mit etwas Böschung und wenig Cirkel, wie die erstere, aus grossen Bergwänden aufgeführt.

Streckenmauerung im schwimmenden Gebirge. Diese wird da ausgeführt, wo man die Absicht hat, einen Stollen oder eine Strecke lange offen zu erhalten. In der Friedrichsgrube zu Tarnowitz, die wir hier wieder als Beispiel nehmen, hat nämlich die Erfahrung, wie schon oben bemerkt wurde, gezeigt, dass trocken stehende Zimmerung nicht länger, als 4 Jahre, dauert und dann ausgewechselt werden muss. Die Auswechselungen werden von Jahr zu Jahr kostbarer, weil durch dieselben eine Strecke Thürstock an Thürstock erhält. Muss daher eine Zimmerung dreimal erneuert werden, so kann für die darauf zu verwendenden Kosten Mauerung hergestellt werden, die, grösserer Sicherheit wegen, grosse Vorzüge hat.

Sobald daher zu übersehen ist, dass ein Schacht oder eine Strecke 12 Jahre und länger offen erhalten werden muss, so ist die Anwendung von Mauerung rathsam, und kommt dann in der Regel zur Ausführung. In diesem Falle wird bei'm ersten Betriebe gleich auf die später hinzubringende Mauerung Rücksicht genommen.

Oefters entscheidet es sich jedoch erst lange nach Betreibung eines Ortes oder nach Absinkung eines Schachtes, dass hinzubringende Mauerung Gewinn verspricht. Jenachdem der eine oder der andere Fall eintritt, erleiden die Mauerarbeiten eine Abweichung. In ersterem Falle ist nämlich die für die Mauerstärke erforderliche Weite schon vorhanden, und die Mauerung kann leicht eingebracht werden. Im andern Falle hingegen muss man erst die erforderliche Weitung schaffen, welches nur durch ein neues Abtreiben möglich zu machen ist. Wer die Getriebearbeiten kennt, dem wird es nicht schwer fallen, in jedem besonderen Falle anzugeben, auf welche Weise das nachträgliche Abtreiben für herzustellende Mauerung am Zweckmässigsten auszuführen ist. Ich berühre desshalb diesen Theil der Arbeit nicht weiter und wiederhole nur die bei den Getriebearbeiten allgemein gegebenen Regeln, dass es von der Beschaffenheit des Gebirges abhängig zu machen, ob die auf eimal zu nehmenden Felder grösser oder kleiner gefasst werden können, und dass man es niemals unterlassen darf, die durch das neue Abtreiben in ihrem Zusammenhange gestörte alte Zimmerung, durch Verwandruthung, Verklammerung, Abfangen, Streben etc., wie die Umstände es erfordern, jedesmal gehörig zu sichern. Aus dem bisher Angeführten folgt zunächst, dass die Grubenmauern mit den Getriebearbeiten wohl vertraut seyn müssen, und dass dazu nur die geschicktesten Arbeiter anzulernen sind.

Dieser stets zu beobachtenden Regel lasse ich, zur Vermeidung von Wiederholungen, mehrere andere, für sämmtliche Maurerarbeiten allgemein gültige Regeln folgen, ehe ich zur technischen Beschreibung der einzelnen Arbeiten übergehe.

1) Vor dem Anfange jeder Mauerung ist zunächst die ihr zu gebende Stärke zu bestimmen. Durch Erfahrung weiss man, dass auf der Friedrichsgrube 20 Zoll Mauerstärke die angemessenste ist. Selten erhält die Mauerung über 20 Zoll Stärke, und dies nur an den äusserst druckhaftesten Puncten. Sehr oft reichen 18 Z.

Mauerung aus, und bisweilen noch weniger, letzteres jedoch einzig und allein in Strekken, wenn darin nur kurze, wenig druckhafte Seitenmauerung gefertigt werden darf.

2) Bei der, der Mauerung vorausgehenden Getriebearbeit ist auf's Sorgfältigste jede überflüssige Weitung zu vermeiden. Soll, z. B., ein Ort 40 Zoll lichte Weite, und auf jeder Seite 20 Zoll Mauerstärke erhalten, so muss man es zwischen den Pfählen der beiden Seitenstösse 80 Zoll weit nehmen, so dass also die Thürstöcke mit ihrer Stärke in den zu öffnenden Raum zustehen kommen. Wollte man nämlich ein Ort weiter fassen, so machte man unnöthigen Aufwand von Materialien und Arbeit, und hat zuletzt noch den Nachtheil, den überflüssigen offenen Raum versetzen zu müssen.

3) Ein Haupterforderniss ist es nämlich, hinter der Mauerung keine Höhlungen zu lassen, die einen ungleichförmigen Druck verursachen und Wasseransammlungen bewirken könnten, zum grössten Nachtheile der Haltbarkeit der Mauerung.

4) Ebenso wichtig und noch wichtiger ist es, das ganze hinter der Mauerung befindliche, zur Getriebearbeit verwendete Holz wegzunehmen. An schwierigen Puncten müssen die Pfähle wohl stecken bleiben, ohngeachtet man dieselben gern fortnimmt, wo es immer nur angeht. Rundes oder eckiges Holz darf aber unter keinen Umständen stehen bleiben, und sollte man dasselbe, wie es öfters geschieht, auch nur in so grossen Stücken nach und nach aushauen können, als die Grösse eines einzelnen zu legenden Steines austrägt. Denn nimmt die Mauerung nach und nach den Druck des Gebirges an, so wirkt derselbe, da wo stärkeres Holz liegt, nicht mehr gleichförmig, und man läuft Gefahr, dass an solchen Puncten die sonst ganz gut gefertigte Mauerung herausgedrückt wird. Ein so verursachter Schaden ist nachher sehr schwierig wieder gut zu machen, weil der erste Angriff zu schwer zu bewerkstelligen ist, und desshalb muss alle Aufmerksamkeit verwendet werden, ihm vorzubeugen.

5) Wenn nicht besondere Gründe dafür sprechen, einen Stollen oder ein Ort gleich nach dessen Betriebe auszumauern, so thut man wohl, 2 bis 3 Jahre damit zu warten, weil während der Zeit das Gebirge mehr abtrocknet und die Mauerarbeit erleichtert wird.

Länger zu warten, ist aber nicht zu empfehlen, weil sonst die Zimmerung zu schlecht wird, und in diesem Falle die Arbeit mit mehr Gefahr verknüpft ist, auch leicht besondere Auswechselungen nothwendig macht.

6) Liegen auf bestimmten Lagen des Gebirges in grösserer Menge Wasser, so geschieht es wohl, dass man versucht, denselben, nach vorausgegangener Verlettung, durch in die Mauerung eingesetzte Holzpflöcke, einen bestimmten Abfluss zu verschaffen, um zu verhindern, dass dieselben nicht durch die Mauerung selbst dringen, und deren Bindemittel nach und nach auflösen. Ein solches Verfahren muss aber mit vieler Vorsicht, und kann überdies nur in festen Lettenlagen geschehen, damit die Wasser nicht schäumen, hinter der Mauerung Höhlungen bilden und dann die Haltbarkeit zerstören. Ist letzteres nur im Entferntesten zu fürchten, so muss den Wassern gestattet werden, sich selbst einen Abfluss zu suchen.

7) Die zur Mauerung zu verwendenden Steine, hier Kalksteine, bedürfen einer besondern Auswahl. Vor allen Dingen müssen sie fest seyn, und in der Witterung sich nicht auflösen, weil man sonst unhaltbare Mauerung erlangen würde. Ferner müssen sie plattig, nicht ungestaltet seyn, damit sie gut übereinander lagern, und schon an und für sich fest in der Mauer liegen. Haben sie bei plattenförmiger Gestalt eine Stärke von

4 bis 6 Zoll, so sind sie ganz vorzüglich gut zur Mauerung geeignet, indem bei stärkern Steinen weniger Bindemittel erfordert wird, als bei schwächeren.

8) Die gut gewählten Steine können aber nicht, so wie sie sind, vermauert werden, sondern sie müssen zuvor erst sorgfältig behauen werden. Jenachdem sie zu gerader oder zu gewölbter Mauerung verwendet werden sollen, müssen sie verschieden bearbeitet werden, und eigene Geschicklichkeit und Uebersichtlichkeit ist dazu erforderlich, dass bei der wenigsten Arbeit jeder Stein die für seinen besten Gebrauch zweckmässigste Zurichtung erhalte. Hierauf ist nicht nur in öconomischer Rücksicht besondere Aufmerksamkeit zu verwenden, sondern auch wegen des beschränkten Raumes, zumal in Schächten, in welchen den Maurern keine grosse Wahl unter den zu verwendenden Steinen verstattet ist, indem stets nur eine geringe Zahl auf der Bühne liegen kann. Wenn auch die Steine im Bruche noch so gut ausgewählt werden, so finden sich nachher doch immer einige darunter, welche weniger gut sind. Letztere sind stets in die hintere Wand als Mauer zu nehmen, vorne dagegen nur die ganz tadellosen. Bricht da, wo gemauert wird, ein sonst festes, doch bei Zutritt der Witterung auflösliches Gestein, so kann man solches zur Kostenersparung überall dort anwenden, wo hinter der eigentlichen Mauerung noch Ausfüllungen nothwendig sind, wie diess vorzüglich in allen Schachtecken stattfinden muss.

9) Endlich ist die Bearbeitung des Mörtels und seine Anwendung für die Mauerarbeiten im schwimmenden Gebirge ein sehr beachtungswerther Gegenstand. Ein sehr starkes Auftragen des Bindemittels ist nirgends nützlich, hier aber ausdrücklich schädlich, weil, jemehr vorhanden ist, desto mehr von den Wassern aufgelös't werden kann und dann die Mauerung in ihrem Zusammenhange leidet. Ein fester, bindender Mörtel, auf gut gelagerte Steine schwach aufgetragen, giebt daher die beste Mauerung. Jenen für den Gebrauch in hinlänglicher Güte zu erhalten, hat man es durch Erfahrung am Zweckmässigsten gefunden, einen eben frisch gebrannten Kalk, von der vorzüglichsten zu erhaltenden Güte, kurz vor der Verwendung abzulöschen, ihn mit Sand zu untermengen, und noch warm zu vermauern. Es dürfen daher immer nur kleine Portionen Mörtel auf einmal bereitet werden. Ist der Kalk gut, so nimmt man, dem Maasse nach, auf 2 Theile ungelöschten Kalk, 3 Theile scharfen Sand, ändert aber auch dieses Verhältniss nach Umständen etwas ab. Ist es da, wo gemauert werden soll, sehr nass, so wird auch wohl unter den bereiteten Mörtel, während seiner Verarbeitung, noch etwas ungelöschter Kalk zerstreut, der, sich ablöschend, der Masse eine grössere Wärme mittheilt und eine raschere Erhärtung derselben nach sich zieht. Ueber die Consistenz des anzuwendenden Mörtels lässt sich nichts Bestimmtes anführen, und wird dieselbe durch Erfahrung leicht gefunden. Im Allgemeinen kann aber, bei trockner Arbeit, der Mörtel etwas geschmeidiger, bei nasser Arbeit etwas zäher seyn, indem die zudringenden Wasser im letzteren Falle ihm bald die angemessenste Consistenz verschaffen.

Ich komme jetzt zu den einzelnen Arbeiten selbst.

Die Streckenmauerung wird gewöhnlich in ganze Orts-, Seiten- und Kappenmauerung abgetheilt. Weil jedoch in völlig schwimmendem Gebirge nur erstere stattfinden kann, die übrigen Abtheilungen auch nur theilweise Ausführungen derselben sind, so genügt es, diese allein zu beschreiben.

Angenommen, die auszumauernde Strecke sey in den erforderlichen Dimensionen bereits aufgefahren, so kommt es vor allen Dingen darauf an, den Punct zu bestimmen, wo der erste Angriff mit der Mauerung gemacht werden soll. Man wählt dazu einen

solchen Punct, wo das Gebirge bei'm Ortsbetriebe etwas weniger Schwierigkeiten gezeigt hat, welcher ferner, wenn die Strecke noch weiter fortgetrieben wird, alle gegenseitigen Verhinderungen zwischen Mauerung und Ortsbetrieb vermeiden lässt, welcher eine leichte Hinzuführung der Materialien gestattet und sich in der Mitte der Strecke befindet. Letzteres geschieht desshalb, weil, wenn man mit der Mauerung dem Ansatzpuncte des Ortes entgegengeht, die Schwänze der Förstenpfähle zuerst durch die Mauerung abgefangen werden, wodurch das Wegnehmen der Kappen viel leichter gemacht wird, als wenn man die Mauerung in entgegengesetzter Richtung führen wollte. Nach Auswahl des Anfangspunctes zur Mauerung macht man, etwa 1 Lachter vor demselben, gegen den Ortsstoss hin, eine Versatzung von Bretern, welche mit Rasen und Letten wasserdicht gemacht wird, und eine zweite ähnliche Versatzung, 4—5, auch mehrere, Lachter von jenem Anfangspuncte entfernt, nach der Weltgegend des Ansatzpunctes des Ortes. Die erste Versatzung muss etwas höher seyn, als die zweite, und mehrere Zoll über den Wasserstand im Orte emporragend. Ueber beide Versatzungen legt man Lutten, in welche die vom Orte kommenden Wasser, nachdem sich solche vor dem erstgedachten Damme gestaut haben und aufgestiegen sind, frei abfliessen können. Die wenigen, im abgedämmten Streckentheile liegenden Wasser und diejenigen, welche hie und da schwach durchdringen, lassen sich leicht mit einer kleinen Sackpumpe herauswerfen. Diese Vorkehrungen sind vor allen Dingen nothwendig, um das Sohlengewölbe theils trocken hinbringen zu können, theils Verschlämmungen zu verhüten, die das söhlige Fortführen des Sohlengewölbes, worauf die grösste Aufmerksamkeit gerichtet werden muss, sehr erschweren, oder wohl gar unausführbar machen würden. Nur da, wo die Sohle fest ist, und die Seitenmauerung an und für sich die erforderliche Widerlage geben kann, oder wo wenige Wasser vorhanden sind, kann diese erste Maassregel unterbleiben.

Jetzt verspreitzt man ein, auch wohl zwei und drei Paar gegeneinander überstehende Thürstöcke in 18—20 Zoll Höhe über der Sohle, nimmt dann die Grundsohle des ersten Paares heraus und fängt auf dieselbe Weise zu mauern an, wie dies oben bei Schlagung eines Bogengewölbes in Schächten beschrieben worden ist, womit man bis an die Thürstöcke fortgeht, die dann unterhalb der Verspreitzung weggehauen werden. Hierauf wird die Mauerung des Gewölbes bis an die Pfähle der Seitenstösse gebracht und in der Art beendigt, dass dieselbe für die aufzusetzende Seitenmauer eine horizontale Widerlage abgiebt. Der Bogen des Gewölbes, welches 20 Zoll Mauerstärke erhält, bekommt einen reichlich 2—3 Zoll geringeren Durchmesser, als die lichte Weite des Ortes austragen soll, damit man, zur bessern Abhaltung des Firsten- und Seitendrucks die Seitenmauerung auf jeder Seite 1—1½ Zoll zurückspringen lassen kann. Der Bogen des Gewölbes wird nur flach und nach der Breite des Ortes gewöhnlich so genommen, dass die grösste Höhe desselben, von der Horizontale der Widerlagen gemessen, 8—9 Zoll austrägt. Um den Gewölbebogen richtig darzustellen, muss die zu diesem Zwecke gefertigte Schablone häufig zur Hand genommen werden, sowie auch die Waage, um sich des söhligen Fortführens des Gewölbes zu versichern. Das Sohlengewölbe wird häufig ganz ohne Kalk, nur durch ein behutsames Aneinanderlegen der gut zugerichteten Gewölbesteine aufgeführt, und zwar in solchen Fällen, wenn entweder von Unten kein besonderer Druck vorhanden ist, oder wenn der Zudrang des Wassers so gross wäre, dass ein schnelles Fortspühlen des hingebrachten Mörtels befürchtet

werden muss, in welchem Falle die Anwendung desselben, ohne die Haltbarkeit zu vermehren, nur eine Erhöhung der Kosten veranlassen würde.

Dringen, ungeachtet der Verschalungen, in den abgeschlossenen Raum zur Sohlenwölbung zu viele Wasser, so belegt man Sohle und Stösse dicht mit Rasen, welche dem Wasser den Durchgang verwehren, führt das Gewölbe dann über dem Rasen 10 bis 20 Zoll fort, nimmt hierauf den Rasen heraus und setzt endlich die entstehenden Oeffnungen wieder dicht mit Steinen zu.

Zu diesen und ähnlichen Ausfüllungen dürfen die Steine keine Verbindung mit Mörtel erhalten. Nach Vollendung des Sohlengewölbes wird die Seitenmauerung an beiden Stössen nach und nach senkrecht bis zu der Höhe aufgeführt, wo auf dieselbe das Firstengewölbe aufgesetzt werden soll. Diese Arbeit macht die wenigsten Schwierigkeiten, indem bei derselben nur darauf zu sehen ist, dass die Mauern überall parallel und senkrecht zu stehen kommen, und, wie schon bemerkt, einen reichlichen Zoll von dem Rande des Sohlengewölbes zurückspringen.

Nunmehr kommt es zum Schlagen des Firstengewölbes, für welches, ebenso wie bei jeder Tagemauerung, zunächst das gewöhnliche Gerüste aus Bogen und Bretern aufgestellt, auch die Arbeit ganz auf dieselbe Weise ausgeführt wird, nur dass dies wegen des beengten Raumes, und wegen Wegnahme des Holzes, grössere Schwierigkeiten macht, und daher langsamer von Statten geht. Ist in der beschriebenen Folge ein Feld von $\frac{6}{8}$—1 Lachter Länge — denn länger wird dasselbe in schwierigerem Gebirge niemals genommen — mit Mauerung geführt: so kommt ein Feld nach dem andern zur Ausführung, bis der zweite geschlagene Damm erreicht ist. Dann werden neue Dämme geschlagen, und es wird mit der Mauerung bis zum ersten Abschnitte fortgefahren. Hierauf springt man nach Umständen, 30, 40—50 Zoll gegen den Ortsstoss zurück und fängt eine neue Mauerung an, die bis an die zuerst gefertigte fortgebracht und mit derselben gut verbunden wird, worauf sogleich bei'm ersten Anfange Rücksicht genommen werden muss.

Bei dieser Verbindung erfordert die Legung des letzten Schlusssteines besondere Vorsicht und Geschicklichkeit, damit das Gewölbe vollkommnen Zusammenhang erhalte und zugleich an diesem Puncte über dem Gewölbe keine beträchtliche Höhlung bleibe. Nach Vollendung eines Stückes Firstengewölbes lässt man demselben gern noch einige Tage das Gerüste, ehe man es fortschlägt. Fig 9, Taf. 15 *B*.

Noch ist anzuführen, wie verfahren wird, wenn aus Schächten oder Strecken Oerter auslaufen, die ebenfalls gemauert werden sollen. Man lässt in diesen Fällen an der Seite, wohin das Nebenort trifft, den für dasselbe nöthigen Raum, von der bestimmten Sohle an, offen und schlägt für jenes Ort in den Schacht — oder in der Hauptstreckenmauerung einen blossen Bogen, an welchen die Mauerung des zweiten Ortes angeschlossen werden kann; oder man führt auch, besonders wenn zwei zu mauernde Strecken sich kreutzen, an diesem Puncte an der Firste ein kleines Kreuzgewölbe auf, wobei das Verfahren von gewöhnlicher Tagemauerung nicht abweichend ist. Um eine Uebersicht der Kosten der Mauerarbeiten in schwimmendem Gebirge zu erlangen, wird die nachstehende Zusammenstellung dienen, welche das Ausmauern des Kähler-Schachtes und eines Theiles im Friedrichstollen in Absicht auf Kosten, Materialverbrauch und Arbeitszeit nachweist. Zur bessern Verständlichkeit dieser Zusammenstellung ist jedoch anzuführen, dass der Kähler-Schacht erst später zum Ausmauern bestimmt wurde, und dass die Stösse desshalb bei'm Ausmauern 12—20 Zoll weit nachgehauen werden

mussten, dass die zuerst von der Ortssohle ausgeführten Lachter in milden Kalkstein zu stehen kamen, dass das Gebirge im Mittel des Schachtes sehr bösartig war, dass alle Steine zu Versetzungen hinter der Mauer von der Halde genommen werden konnten und, keine Kosten verursachend, ausser Ansatz blieben, welches auch von dem in der Nähe befindlich gewesenen Stande gilt, dass die letzteren Verhältnisse auch bei der Stollortsmauerung stattfanden, für diese jedoch gleich bei'm Betriebe auf die erforderliche Weise Rücksicht genommen war, und dass der Stollort zwar nur wenig Tagegebirge über sich hatte, dieses aber bis unter die Sohle aus wasserreichem Sande und Kurzavka bestand und desshalb auf der ganzen Länge Sohlenwölbung nöthig machte.

Durchschnittlich hat 1 Lachter ganze Streckenmauerung mit Sohlenwölbung 27 Thlr. 25 Sgl. 11 Pf. (wovon 15 Thlr. 24 Sgr. 9 Pf. auf Arbeitslöhne und 11 Thlr. 8 Sgr. 6 Pf. auf Materialien kommen) gekostet und waren dazu erforderlich:

25,6 Maurerschichten,
18,1 Gehülfenschichten,
3,9 Klafter Steine,
4,4 Tonnen Kalk.

Der Verbrauch an andern Materialien ist zu unerheblich, um darüber Durchschnittssätze anzugeben.

Abtreibearbeit mit eisernen Vorrichtungen auf der Grundstrecke der Alaunerdengrube zu Freienwalde in der Mark Brandenburg *).

Das Alaunwerk zu Freienwalde bereitet den Alaun aus Schwefelkies, welcher, dem blosen Auge nicht sichtbar, in dem sogenannten Alaunerz eingesprengt ist. Das Alaunerz ist ein inniges Gemenge von Thon und Braunkohle, welches zu Freienwalde ein ziemlich unregelmässig gelagertes Flötz bildet, dessen Hangendes und Liegendes aus losem Sande besteht. Die jetzigen Baue sind durch eine Tagesstrecke (Gerhardstrecke) gelös't, welche, als die tiefste Strecke, zur Wasserlosung dient, zugleich aber auch als Hauptförderstrecke benutzt wird. Diese tiefe Strecke folgt fast genau dem Streichen des Flötzflügels, schneidet aber, weil ihre Höhe die Mächtigkeit des Flötzes annehmlich übertrifft, und weil das Flötz ein sehr unregelmässiges Fallen zeigt, bald in's Hangende, bald in's Liegende ein. Das Auffahren der Strecke war, wegen des losen und rölligen Sandes, mit manchen Schwierigkeiten verknüpft, welche der Bergmeister Schmidt zu Rüdersdorf durch die Abtreibearbeit mit einer eisernen Vorrichtung sehr glücklich gelös't hat. Die Abtreibearbeit geschieht mit eisernen Bögen und Pfählen, welcher Arbeit sogleich die Ausmauerung der Strecke folgt. Weil diese Arbeit überall, nicht blos im losen Sande, sondern auch wohl im schwimmenden Gebirge, mit günstigem Erfolge wird angewendet werden können, so soll dieselbe hier näher mitgetheilt werden.

Die Strecke hat im Lichten der Mauerung 6 Fuss Höhe, $5\frac{1}{2}$ Fuss Weite; die Seitenstösse sind senkrecht aufgemauert und dann mit einem Halbkreise in der Firste geschlossen. Die Sohle steht zwar, so weit dieselbe aus Sand besteht, recht gut, solange kein starker Wasserzudrang stattfindet; weil darauf aber gerechnet werden musste und weil die Sohle zum Theil auch das Alaunerzflötz selbst erreicht, so war es nothwendig, ein Gewölbe in der Sohle zu legen und auf diesem die Stossmauer aufzuführen. Wegen des nicht bedeutenden Druckes ist die Mauerung nur einen Stein oder

*) Aus Karsten's Archiv, 2. Reihe, IX. 488 etc.

10 Zoll stark, mit gewöhnlichem guten Mörtel, der die gutgebrannten Ziegelsteine verbindet, aufgeführt. Die eiserne, zum Abtreiben bestimmte Vorrichtung dient zugleich zur Offenerhaltung des Raumes zwischen dem Ortsstosse und der Mauerung. Die Länge dieses offen erhaltenen Raumes beträgt 1 Lachter und ist vollkommen ausreichend für die beiden Arbeiter, welche abwechselnd abtreiben und mauern. Die eiserne Vorrichtung selbst wird nach dem jedesmaligen Nachführen der Mauerung weiter fortbewegt, braucht also nur ein für allemal angeschafft zu werden. Sie ist von geschmiedetem Eisen angefertigt und besteht (man vergleiche die Zeichnungen Fig. 14 bis 19 auf Tafel 12) aus drei Lehrbogen, welche die Gestalt der Aussenseite der Mauerung, gleich Schalbretern, haben. Die Bogen sind 6 Fuss 10 Zoll hoch, 7 Fuss 2 Zoll weit und bestehen aus drei Theilen, aus dem Sohlstücke und aus zwei gleichen halben Bögen, welche in der Mitte übereinander gelegt und mittelst zweier Schraubenbolzen fest miteinander verbunden sind. Das Eisen ist $3\frac{1}{2}$ Zoll hoch, 1 Zoll stark und auf der äussern Seite soviel gestaucht, dass es $1\frac{1}{2}$ Zoll stark ist. Unten sind diese halben Bögen mit $\frac{1}{2}$ Zoll langen und 1 Zoll starken Zapfen versehen, welche in die Löcher des eisernen, $\frac{1}{2}$ Zoll starken und 3 Zoll breiten Sohlstückes passen, welches das dritte Stück des ganzen Lehrbogens ausmacht. In einer Höhe von 2 Fuss über der Sohle ist auf jeder Seite des Lehrbogens ein Bolzen zur Verbindung aller drei Lehrbogen durchzogen, welcher $\frac{3}{4}$ Zoll stark und mit Vorlegescheiben versehen ist, um die Lehrbogen fest ziehen zu können. Die eisernen Sohlen ruhen auf hölzernen, 4—5 Zoll starken Sohlen, die aber, um sie leichter legen zu können, nicht aus einem Stücke bestehen, sondern in der Mitte getheilt sind. Die drei Lehrbögen sind 20 Zoll voneinander entfernt. Um diese drei Lehrbögen herum liegen gegen 40 Abtreibepfähle aus geschmiedetem Eisen von 7 Fuss Länge, $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Zoll Stärke und 4 Zoll Breite. Die Pfähle sind vorn, an der gegen das Innere gekehrten Seite, geschärft und mit zwei, 1 Zoll weiten, Löchern versehen, worin die Brechstange zur Fortbewegung der Pfähle eingesetzt werden kann. Die stärkern, bis $\frac{1}{2}$ Zoll starken Pfähle liegen in der Firste, die schwächern in der Sohle. Die ersteren konnten noch etwas stärker seyn, indem sie sich in der Mitte, zwischen den Lehrbögen, etwas biegen, wodurch ihre Fortbewegung bedeutend erschwert wird.

Auf diese Weise werden durch die nebeneinander liegenden Pfähle die Firste sowohl, als auch die Seitenstösse auf eine Länge von 7 Fuss gesichert, der Ortsstoss selbst aber auf folgende Weise. Unter den Bogen, welcher dem Orte zunächst steht, wird ein starker Stempel gesetzt, gegen welchen ganz gewöhnliche Spreitzen, denen am Stempel etwas Fuss gegeben wird, festgezogen werden.

Bei dem Abtreiben wird den eisernen Pfählen Luft gemacht: dann werden dieselben mit der Brechstange fortbewegt, um denselben durch gewöhnliche Fandkeile, welche zwischen dieselben und die vordersten Lehrbögen geschlagen sind, die nöthige Fändung zu geben. Sodann werden die Ortsbreter von Oben wieder herausgenommen, und Gebirge gewonnen, entweder 10 oder 12 Zoll tief, nach der mindern oder grössern Festigkeit desselben. Nachdem 20 Zoll abgetrieben sind, wird der hintere Lehrbogen fortgenommen und vor Ort gesetzt. Alle Bögen werden gehörig wieder verbunden und um die Mauerung in dem durch die Pfähle geschützten Raume 20 Zoll fortgeführt. Bei der Mauerung bedient man sich eiserner Lehrbögen für das Firstengewölbe, welche mit Holzpfählen bedeckt sind.

Diese Abtreibearbeit erfordert durchaus keine Zimmerung, welche bei der alten Methode der Abtreibearbeit bei der nachfolgenden Mauerung jedesmal ganz verloren geht und, ihrer eigenen Stärke wegen, in weit grösseren Dimensionen angewendet werden muss, als die Strecke eigentlich erfordert.

Diese eiserne Abtreibevorrichtung, einschliesslich eines vierten Reservelehrbogens, mit 45 eisernen Abtreibepfählen, wiegt 23 Centner 80 Pfund.

Unter den Abbildungen stellt Fig. 15 eine vordere Ansicht des Lehrbogens dar, Fig. 16, die obere Ansicht des Lehrbogens; Fig. 19, die obere Ansicht der eisernen Sohle; Fig. 17, die Seitenansicht der eisernen Sohle; Fig. 18, die obere Ansicht des Bolzens zur Verbindung der Lehrbögen; Fig. 14, einen Längendurchschnitt des Streckenortes mit der Abtreibevorrichtung.

Tunnel oder Tagestrecke unter der Themse, zwischen Rotherhithe und Wapping. Das zu Freienwald angewendete Verfahren ist dem von Hrn. Brunel bei der Anlage des grossen unterirdischen Ganges oder Tunnels unter der Themse, bei London, ähnlich und im Allgemeinen dasselbe, welches der Bergmann bei'm Streckenbetriebe im schwimmenden Gebirge mit nachheriger Zimmerung, mittelst der sogen. Getriebearbeit, anwendet. Bei dem Themsetunnel wurde der Ortsstoss durch einen grossen eisernen Schild gehalten, der 36 Abtheilungen hatte, von denen jede durch eine bewegliche Platte verschlossen war, die vorwärts geschoben werden konnten, während der Schild an seiner Stelle blieb. Es umgab ihn ein Rahmen mit scharfen Rändern und man trieb ihn mit Hülfe von Schrauben in das schwimmende Gebirge ein. Man schob ihn immer nur 4 bis 5 engl. Zoll auf einmal vor und unmittelbar hinter ihm führte man einen gleich breiten Ring von Ziegelsteinmauerwerk mit römischen Cement auf.

Betrieb weiter Strecken. Die bei'm Bergbau angewendeten Strecken, werden stets in ihrer ganzen Höhe und Breite auf einmal getrieben. Die weiten und hohen Tagestrecken auf Canal- und Eisenbahnlinien dagegen werden stets in mehren Theilen über- und nebeneinander in Angriff genommen und auch nach und nach in Mauerung gesetzt. In hartem und festem Gestein, welches keines Ausbaues bedarf, wird der Ortsstoss strossenartig geführt, so dass mehrere Arbeiter übereinander angelegt werden können. Der oberste Theil der Strecke ist daher dem übrigen voran. Diese Betriebsmethode gewährt den doppelten Vortheil, der grössern Wohlfeilheit, da das Ort in der Förste den obern Theil der obern Strosse oben frei macht, und der Beschleunigung, indem man mehre Arbeiter anlegen kann.

Soll die Strecke in Mauerung gesetzt werden, so kann man fast auf dieselbe Weise verfahren. Man treibt daher zuvörderst den der Förste benachbarten Theil von der Strecke in hinreichender Höhe und Weite, um die Mauerung enthalten zu können, führt darauf diese Mauerung aus, indem man die hölzernen Lehrbögen des Gewölbes auf starke Querschwellen setzt, welche auf die Sohle des Orts gelegt werden, und deren Enden in Bühnlöchern in dem Gesteine ruhen. Der Fuss des Mauerwerks selbst ruht auf Längenschwellen, die auf den erwähnten Querschwellen liegen, wie Fig. 11, Taf. 15, zeigt. Ist das Förstengewölbe vollendet, so nimmt man das Gestein unter den Querschwellen weg, indem man dieselben, wenn es erforderlich ist, mit Stempeln unterstützt, die zweckmässig angebracht werden müssen. Nachdem nun das Gebirge herausgenommen worden ist, ruht die Förstenmauerung auf den gedachten hölzernen Schwellen. Man führt darauf das Mauerwerk des darunter befindlichen Theils der Strecke aus, welches gewöhnlich aus einem umgekehrten Bogen auf der Sohle und aus zwei

krummstirnigen Scheibenmauern, oder aus Theilen einer Ellipse bestehen, welche den Bogen in der Förste tragen, indem das ganze volle Mauerwerk nach einer gewissen Curve construirt worden ist. Man hauet darauf die Schwellen vor dem Mauerwerke ab, nimmt die in demselben steckenden Stücken heraus und füllt die Oeffnungen mit Steinen aus. Auch die Längsschwellen werden herausgenommen und mit Mauerwerk ersetzt.

Muss die Strecke sehr breit werden und fehlt es dem Gebirge, in welchem sie betrieben wird, an Festigkeit, so treibt man erst das Ort in der Förste und dann unter derselben zwei nebeneinander, so dass die eine Seite der andern stets vorangeht. Jede der beiden Streckenhälften muss so breit seyn, um die Seitenmauern aufnehmen zu können und den erforderlichen Platz zum Herbeibringen der Materialien und zum Weiterbetriebe der Strecke zu gewähren. Zwischen den beiden, nebeneinander liegenden Strecken lässt man ein Mittel stehen, auf welchem alsdann die Querschwellen ruhen, welche die Sehne der obern Lehrbögen bilden. Die Enden dieser Schwellen oder Balken stützt man durch geneigt stehende Stempel. Darauf führt man die Seitenmauern auf und bringt sie mit dem Gewölbebogen in Verbindung. Es bleibt nun nichts weiter übrig, als das Bergmittel, welches man in der Mitte der Strecke stehen liess, wegzunehmen und, wenn es erforderlich ist, auf der Sohle einen umgekehrten Bogen zu schlagen, welche Operationen nichts Schwieriges haben.

Tagestrecke zu Terrenoire. Die Tagestrecke zu Terrenoire, zwischen St. Etienne und St. Chamond, auf der Eisenbahn von St. Etienne nach Lyon, sowie der Tunnel von Batignolles, auf der Eisenbahn von Paris nach St. Germain, geben uns Beispiele von dem soeben beschriebenen Streckenbetriebe.

Der Tunnel von Terrenoire, welcher 1480 Met. lang und dessen Querschnitt eine unten abgestumpfte Ellipse, die durch ein Cirkelstück von nur 0,20 Met. (8 Zoll) geschlossen worden ist, Fig. 10 und 11, Taf. 15, ist zu gleicher Zeit an den beiden Enden und von dem Tiefsten von 7 Lichtlöchern, die auf seinem Streichen abgesunken worden waren, in Angriff genommen worden. Die Teufen dieser Lichtlöcher waren:

Nr. 1	31	Meter.
— 2	59	—
— 3	86,40	—
— 4	52	—
— 5	41	—
— 6	18	—
— 7	13	—

Das Lichtloch Nr. 6 brach zusammen und wurde daher aufgegeben; das Lichtloch Nr. 7 war nur eine kurze Strecke davon entfernt.

Alle diese Lichtschächte waren 2 Meter weit; sie waren in einem wenig festen Gebirge abgesunken und haben das laufende Meter 25 bis 75 Fr. gekostet, je nach der Gesteinsfestigkeit und der Teufe, in welcher der Betrieb stattfand.

Der Tunnelbetrieb begann mit dem Absinken der Schächte, gegen Ende des Jahres 1826; der Durchschlag beider Enden miteinander erfolgte in der Förste Ende 1830. In den festen Theilen des Gebirges kostete das Cubikmeter des gewonnenen Gesteins 17 Fr., welche Gewinnungskosten jedoch durch Concurrenz der Unternehmer bis auf 13 Fr. fielen. Jedoch war nicht viel von dem Gebirge von dieser festen Beschaffenheit. Da, wo eine Ausmauerung erforderlich war, hatte die Strecke folgende Dimen-

sionen, Fig. 10, Taf. 15: Höhe 6,30 Met.; Breite in der Mitte 4,40 Met., oben 1 Met., unter dem Schlusse 3 Met., in der Nähe des Fusses 3,80 Met.

Die Mauerarbeit, welche auf die oben angegebene Weise in zwei Theilen ausgeführt wurde, d. h. zuerst in der Förste, wurde das Quatratmeter in Ziegelstein zu 4 Fr. ausgeführt. Die Materialien wurden bis zur Hängebank der Schächte geschafft, so dass den Unternehmern nur die Schacht- und Streckenförderung blieb. Die Mauern waren höchstens 0,50 Met. (20 Zoll) stark, und man verwendete dazu 10 Zoll lange, 4 Z. breite und 2 Z. dicke Ziegelsteine. Die Mauerarbeit mit behauenen Bruchsteinen wurde mit 6 Fr. das Quadratmeter bezahlt.

Diese Kosten sind ausserordentlich, welches seinen Grund in der Gefahr zu haben scheint, welcher die Maurer ausgesetzt waren, und die man wenigstens theilweise hätte vermeiden können. Die Häuer gingen in der Förste in dem milden Gesteine 6 bis 10 Met. weit vor und begaben sich alsdann in das Gegenort, auf der andern Seite des Schachtes, während welcher Zeit das Ort in Mauerung gesetzt wurde. In dem Loire-Departement betragen die Kosten auf 1 Quadratm. Mauerung von 20 Z. Stärke, mit behauenen Steinen, nur 1,50 Fr., wenn die Materialien bis vor Ort geschafft werden. Die Ziegelsteine, von der obigen Grösse, kosteten das Tausend am Schachte 22 bis 24 Fr.

Tunnel von Batignolles. Die Figg. 1, 2, 3, 4 und 5, Taf. 15, stellen die Art und Weise des bei der Strecke von Batignolles befolgten Betriebes dar.

Die Fig. 1 ist der Durchschnitt einer ersten, in Zimmerung gesetzten Strecke, die zuerst auf der ganzen Linie getrieben wurde. Die Lage dieser Strecke ist in *ABCD* auf dem Längenprofil, Fig. 4, angegeben worden. Auf der Sohle derselben richtete man einen Schienenweg zur Ausförderung der Berge und zur Einförderung der Materialien vor. Fig. 2 stellt die Form des Raumes zur Aufnahme des Förstengewölbes, der von der kleinen Strecke, Fig. 1, aus betrieben wurde, sowie auch den provisorisch angewendeten Ausbau, dar. Der letztere besteht aus fächerartig angeordneten Stempeln, die unten auf einem starken hölzernen Schwell aufstehen, der quer über die Sohle liegt. Zwischen der Förste und zwei hintereinander stehenden Stempeln liegen starke Pfosten. Der auf diese Weise ausgebauete Raum ist im Theile *BEFG* des Längenprofils, Fig. 4, dargestellt.

Fig. 3 ist der senkrechte Durchschnitt von einem Lehrbogen, der mitten zwischen zwei benachbarte Reihen von Stempeln, wie die in Fig. 2, festgekeilt worden ist. Diese Lehrbögen unterstützen die Förste auch noch, indem zwischen beide kurze Stempel eingetrieben worden sind. Die letztern Stempel ersetzten die in Fig. 2 dargestellten in dem Maasse, dass man die letztern, wegen Aufführung des Gewölbes, wegnahm. Der Theil *EHIF* stellt den Theil des Längenprofils Fig. 4 dar, in welchem die Lehrbögen aufgestellt worden sind. Der Theil *HLMI* desselben Profils endlich stellt den Theil des Tunnels dar, in welchen das Gewölbe eingesetzt wird.

Nachdem das Förstengewölbe vollendet worden war, ging man an den Betrieb der beiden, darunter befindlichen, nebeneinander liegenden Strecken, welche die Seitenmauern oder krummstirnigen Scheibenmauern des Gewölbes aufnehmen sollten. Fig. 5 stellt diese Strecken, die Stempel, welche die Enden der Querbalken tragen, auf denen die Lehrbögen stehen, das in der Mitte stehen gebliebene Bergmittel und das vollendete Mauerwerk dar.

Die Sohle der Scheibenmauern besteht aus Wassermörtel. Die Beschaffenheit des Gebirges erforderte kein Sohlengewölbe zwischen den Scheibenmauern. Die Füsse treten etwa 1,25 Met. in das feste Sohlgestein, unter dem Planum der Eisenbahn, welche durch die horizontale Linie *L M*, Fig. 5, angedeutet wird. Auf das Gewölbe goss man eine Decke von Erdharz und auf diese eine von Mörtel.

Die Materialien wurden von Tage ab durch mehrere Schächte eingefördert, die auf die Enden der Diagonalen des Rechtecks, dessen Seiten die äussern Wände des Mauerwerks bildeten, abgesunken worden waren. Diese bis auf die Streckensohle reichenden Schächte wurden nach deren Vollendung gänzlich wieder zugestürzt.

In nur mässig festem Gebirge, wie, z. B., die gewöhnliche Kreide, hat man in England und auf der Eisenbahn nach Rouen eine schnellere Betriebsmethode, als die vorhergehende, befolgt. Bei dem Betriebe des Tunnels zwischen Rolleboise und Bonnières, auf der Rouen-Eisenbahn, verfuhr man etwa folgendermaassen. Das Gestein war im Allgemeinen feste Kreide, die aber auch hin und wieder brüchig war und eine grosse Menge von Feuersteinknollen enthielt, die an einigen Puncten 60 bis 80 Centim. (24 bis 30 Zoll) starke Lagen bildeten. Man begann damit, auf der Sohle des Tunnels und nach dessen Achse eine vorläufige, etwa 2 Met. breite und eben so hohe Strecke zu treiben. Dieselbe wurde überall in Zimmerung gesetzt, wo das Gebirge nicht hinlänglich fest war und wurde an beiden Enden und von 10 Lichtlöchern, die saiger auf ihrer Achse abgesunken und 40 bis 82 Met. tief waren, in Angriff genommen. Man richtete auf derselben einen Schienenweg vor, um in grossen Wagen die Berge zu Tage aus oder unter die Richtschächte zu fördern.

Zu gleicher Zeit trieb man am obern Theile des Tunnels, und auch nach seiner Achse, eine zweite Strecke, von geringern Dimensionen, als die erste und zwar nicht einmal auf der ganzen Länge.

An Puncten, wo das Gestein hinreichend fest war, konnte man das ganze Mittel, welches den auszuhöhlenden Raum ausfüllte, sowohl von der untern als obern Strecke aus, wegnehmen. Man verfuhr dabei auf folgende Weise: Auf eine Länge von etwa 4 Meter, der Achse des Tunnels nach gemessen, griff man das Gebirge von beiden Seiten der obern und der untern Strecke aus an. Man erhielt auf diese Weise einen 4 Met. langen Raum, dessen Querschnitt gleich dem des Tunnels, mit Inbegriff der Stärke des Mauerwerks, ist. Man unterstützte das Gestein durch Unterzüge, die parallel mit der Achse des Tunnels lagen, und deren Enden in Bühnlöchern steckten, welche in den saigern Stössen an den Enden der Räume eingehauen worden waren. War es erforderlich, so brachte man Deckholz zwischen die Förste und die Unterzüge.

Nachdem der Tunnelbetrieb auf diese Weise vorbereitet worden war, führte man zuvörderst die Scheibenmauern auf, welche die Widerlagen für das Gewölbe bilden sollten und brachte dann die hölzernen Lehrbögen ein, worauf man das Gewölbe aus Ziegelsteinen construirte. Es geschah diess vom Innern der Strecke aus, und zwar von beiden Seiten, und in dem Maasse, als es sich erhob, nahm man die Unterzüge weg, die nun keinen Nutzen mehr hatten und selbst das Deckholz, indem man es möglichst vermied, dasselbe hinter dem Mauerwerke zu lassen.

Auf diese Weise konnte man die Erweiterung des Tunnels auf mehren voneinander entfernten Puncten zu gleicher Zeit beginnen und andere, bereits erweiterte, zu gleicher Zeit ausmauern. Befand sich ein zu erweiterndes Stück neben einem bereits im Betriebe und in dem Ausbaue vollendeten, so war die Arbeit ganz dieselbe, jedoch

mit dem Unterschiede, dass die Unterzüge, die zum einstweiligen Halte der Förste eingebracht worden waren, mit ihrem einen Ende in dem schon fertigen Mauerwerke und mit dem andern in dem saigern Stoss steckten, der das Ort schloss.

Da, wo das Gebirge nicht hinreichend fest war, konnte jedoch diese Betriebsmethode nicht angewendet werden. Man verfuhr alsdann auf ähnliche Weise, wie bei dem Tunnelbetriebe zu Terrenoire, d. h., man nahm das Gebirge erst in der Förste oder durch eine obere Strecke weg. Man stützte die Förste durch Unterzüge und fächerartig auf Querschwellen stehende Stempel. Diese Schwellen oder Balken bestanden aus zwei Theilen und waren in der Mitte durch Verzahnung verbunden. Darauf nahm man das Gestein in der untern Strecke, seitwärts und unter den Balken weg, die man darauf mittelst auf der Sohle stehenden Stempeln unterstützte. Nachdem darauf alles Gebirge hereingenommen worden war, errichtete man die Scheibenmauern, und wenn es erforderlich gewesen wäre, würde man auch ein Sohlengewölbe geschlagen haben. Darauf stellte man die Lehrbögen zum Baue des Förstengewölbes auf und zwar zwischen die Stempel und Balken, welche zur einstweiligen Stütze der Förste dienen.

Die soeben beschriebene Betriebsmethode scheint uns, mit einigen Veränderungen, wie sie die speciellen Fälle erfordern, auf alle weiten Strecken bei'm Bergbaue anwendbar zu seyn, sobald das Gebirge einigermaassen die erforderliche Festigkeit hat. Der vorläufige Betrieb der Strecke auf der Sohle, auf der man eine Förderbahn für grosse Wagen vorrichtet, gestattet den gleichzeitigen Angriff an vielen Puncten, sowie eine wohlfeile Ausförderung der Berge und Einförderung der Materialien zum Ausbaue.

Die in der Förste getriebene kleine Strecke gestattet einen raschen Betrieb in den hinlänglich festen Theilen des Gebirges und die Gewinnung, sowie den Ausbau von Oben nach Unten in den minder festen Theilen, welche einer festern verlornen Zimmerung bedürfen. Endlich ist diese Art der Zimmerung zu gleicher Zeit einfach und wohlfeil. Die Fig. 6, Taf. 15, zeigt einen Querdurchschnitt des Tunnels von Rolleboise; die rechte Hälfte zeigt den ausgezimmerten Theil im minder festen Gebirge, vor der Ausmauerung. Die linke Hälfte stellt die in Mauerung gesetzte Tagestrecke nebst den Lehrbögen dar. *A B* ist die Hälfte von einer Kappe der vorläufig auf der Tunnelsohle und nach ihrem Streichen getriebenen Strecke.

Ausmauerung der Maschinenräume. Es ist dies diejenige Mauerung, welche sich meist noch am Regelmässigsten herstellen lässt, indem theils die Räume, in welchen sie angebracht wird, schon an sich, ihrer Bestimmung nach, mehr Regelmässigkeit und Gleichförmigkeit erhalten müssen; theils sogar in einzelnen Fällen, wo es ohne anderweitigen Nachtheil möglich ist, nach der Beschaffenheit des Gesteines, und schon mit Berücksichtigung der Art der darin anzubringenden Verwahrung, hergestellt und eingerichtet werden können.

Der grösste Theil der Maschinenräume, welche unter Tage befindlich sind, besteht in Radstuben, zu denen in vielen Fällen Korbstangenörter und Stangenschächte kommen; an sie schliessen sich die Räume für Wassersäulenmaschinen an, wogegen Räume für Dampfmaschinen unter Tage weit seltner vorkommen.

Von diesen drei Arten von Räumen sind es nur die Radstuben, über deren Ausmauerung sich, bei ihrer im Allgemeinen stets gleichbleibenden Gestalt etwas Bestimmteres sagen lässt. Räume für andere Maschinen werden durch deren Einrichtung im Einzelnen bestimmt, welche nur selten in mehren Fällen der Anwendung ganz dieselbe seyn wird. Es ist aber bei der Verwahrung solcher Räume eine grosse Sorgfalt und

Vorsicht nothwendig, weil sich ereignende Unfälle und dadurch veranlasste Reparaturen häufig für den ganzen Grubenbetrieb fühlbar werden.

Nicht sehr häufig kann man Radstuben in festes Gestein setzen, welches, wenn es auch Anfangs für sich stände, diese Festigkeit auch in der Länge der Zeit behielte. Es wird dies um so seltner der Fall seyn, je näher die Radstube unter Tage, je mehr sie demnach in dem an der Oberfläche aufgelössterem Gebirgsgesteine, oder wenn dieselbe in und über einem Gange liegt, welches letztere jedoch neuerlich gänzlich zu vermeiden gesucht ist.

Es muss eine Radstube entweder theilweis oder völlig ausgemauert werden. Die theilweise Ausmauerung ist stets dann erforderlich, wenn die Radstube über einem Gange liegt, indem dann die in diesem befindlichen Theile auf Bogen gesetzt und gehörig verwahrt werden müssen.

Ist eine Radstube wegen geringer Gesteinsfestigkeit in den ganzen langen Stössen in Mauerung zu setzen, so wird über den Gang ein Fussgewölbe geschlagen, während der übrige Theil der Scheibenmauerung auf dem festen Gestein steht. Am Zweckmässigsten ist eine krummstirnige Scheibenmauer. — Weniger häufig sind auch die kurzen Stösse zu verwahren und auch diese alsdann nur theilweis und stets durch geradstirnige Scheibenmauern.

Häufig ist aber die Förste zu sichern, welches durch eine Haube in Form eines vollen Tonnengewölbes geschieht, welches entweder auf das feste Gestein oder auf die langen Stossmauern aufgesetzt wird.

Bei ganz gemauerten Radstuben sind alle vier Stösse auf die schon beschriebene Art aus ganz oder theilweis auf Bogen und Gewölbe gesetzten Scheibenmauern aufgeführt, oben aber in ihrer ganzen Länge durch ein Tonnengewölbe bedeckt, ausser wenn sie über Tage stehen, in welchem Falle man nur eine leichte hölzerne Bedachung darüber anbringt. — Fig. 10, Taf. 15, *B* zeigt eine solche Radstube, wie sie gewöhnlich im sächsischen Erzgebirge ausgeführt werden, im Längen- und im Querdurchschnitte, sowie in der Ansicht von Oben.

Kommt das Aufschlaggerinne in dem Streichen der Radstube an dieselbe heran, so kann es bei oberschlägigen Rädern gleich in die Haube, oder bei mittelschlägigen durch eine mit einem vollcirklichen Bogen überwölbte Oeffnung in dem hintern kurzen Stosse, meist im Liegenden, eintreten. Kommt es aber von der Seite in den langen Stössen ein, so wird es bei oberschlägigen Rädern durch eine elliptisch gemauerte oder auch mit Scheibenmauern und aufgesetztem Tonnengewölbe verwahrte, an die Haube anstossende, Rösche in dieselbe geführt. Ebenso verfährt man, um das Aufschlagewasser in einer oder der andern Richtung aus der Radstube abzuführen, nur dass hier, statt der Rösche, meist nur eine in den langen Stössen eingewölbte Oeffnung hinreichend gefunden wird. — Fällt das Wasser von einem obern Rade sogleich auf ein unmittelbar darunter hängendes, so wird an das Tragegewölbe der obern Radstube sogleich die Haube der untern angestossen und das erstere durchbrochen, um durch dasselbe die vom obern Rade abfallenden Wasser sogleich auf das untere zu führen.

Wenn durch das Streichen die Lage der Radstube genau bestimmt, Länge und Weite gegeben ist, so wird die innere Gestalt derselben meist ohne Schablone und auf die Art hergestellt, dass die Arbeiter nach der gegebenen kleinsten und grössten Weite die innere Krümmung aus freier Hand zu erreichen suchen. Ausserdem können aber

auch wohl Schablonen in gewisser Höhe übereinander gelegt werden. Uebrigens arbeitet man ganz nach dem Lothe.

Gehen von Radstuben Stangenschächte aus, wie, z. B., bei Kunst-, Kehr- und zuweilen auch Pochwerksrädern, so sind diese gewöhnlich auch in Mauerung zu setzen, welche dann wie die andern Schächte behandelt und als Stoss- und Kellerhalsmauer hergestellt wird. Schächte, welche man oft zum bequemern Einführen grösserer Stücke und Materialien bei Bauen und Reparaturen von Tage auf das Mittel der Radstube niederbringt, werden auf die Haube aufgesetzt. — Korbstangenörter werden durch gewöhnliche Scheibenmauer mit aufgesetztem vollcirklichen Förstengewölbe verwahrt, da flachere Gewölbe den Druck auf der einen Seite in den gleich daneben befindlichen Radstubenraum hinausweisen und so keine hinlänglich sichern Widerlager erhalten würden.

Mauerungsanlagen in Räumen für Maschinen anderer Art richten sich, wie schon erwähnt, nach der Beschaffenheit und Einrichtung der letztern, der Festigkeit des Gesteins und nach andern örtlichen Umständen, daher sich für dieselben keine bestimmten Regeln geben lassen, sondern aus den schon für diejenigen einzelnen Mauerungsarten aufgestellten zu entnehmen sind, aus denen die ganze Anlage zusammengesetzt ist, da übrigens die Verwahrung durch Bogen-, Gewölb- und Scheibenmauer bewerkstelligt wird.

Sechstes Kapitel.

Abteufung, Zimmerung, Abdämmung der Wasser und Mauerung der Schächte.

Abteufung der Richtschächte in festem Gestein. Wenn ein seigerer oder Richtschacht in festem Gestein, welches durchaus nicht brüchig ist, abgeteuft wird, so geschieht dies mittelst der Sprengarbeit. Die Häuer schlagen im Allgemeinen gegen die Mitte des abzusinkenden Schachts ein gegen den Horizont geneigtes Bohrloch, mit dessen Hülfe sie einen Theil des Gesteins sprengen, so dass eine Vertiefung oder ein Gesenk entsteht, in welchem sich die die Stösse entlang laufenden Wasser sammeln. Diese Bohrlöcher, welche man gewöhnlich stärker, als die übrigen, besetzt, nennt man Sohl- oder Gesenkschüsse *(coups de fond)*. Man gewinnt darauf das Gestein nach den Stössen des Schachtes zu, indem man Bohrlöcher schlägt, die nach der Seite des mittlern Gesenks zu geneigt sind. Das Wasser und die Berge werden durch Arbeiter, die über Tage befindlich sind, mittelst eines einfachen Haspels, an dessen beiden Seilenden zwei Kübel hängen, von denen der eine aufwärts geht, während der andere sinkt, ausgefördert. Wird der Schacht tiefer, so wendet man statt des Haspels einen Göpel an, deren Einrichtung wir weiter unten bei der Schachtförderung kennen lernen werden.

Die Arbeiten des Schachtabteufens müssen stets im Gedinge gehen, und es ist auch zweckmässig, selbst die Förderleute mit in dies Gedinge aufzunehmen. Der Betrieb wird gewöhnlich Tag und Nacht geführt, indem sich die Arbeiter in 8stündigen Schichten ablösen. Die Arbeit muss, wegen der genauen Seigerheit oder genauen senkrechten Richtung der Schachtstösse, scharf beaufsichtigt werden, denn sind sich die Arbeiter selbst überlassen, so wird der Schacht nie genau seiger; sie wenden sich ganz unmerklich der Seite zu, wo die Gesteinarbeit am Leichtesten ist und vermeiden die entgegengesetzte Seite. Es muss daher wöchentlich ein- oder zweimal genau nachgesehen werden, ob die Stösse genau im Lothe stehen, und ob keine Puncte vorhanden sind, an denen sich vorspringendes Gestein findet, indem die Stösse so eben, als thunlich seyn müssen. Diese Verification geschieht mittelst mehrer Lothe, die an Schnüren hängen, welche man an der Oeffnung des Schachtes befestigt hat, und die bis zum Tiefsten niedergehen. Diese Genauigkeit darf nie vernachlässigt werden. Sehr viele von den ältern und neuern Richtschächten sind nichts weniger, als genau senkrecht.

Behälter in den Schachtstössen zur Aufnahme der obern Wasserzuflüsse. Ein grosses Hinderniss für die Häuer bei'm Schachtabteufen sind die Wasser, welche besonders auf den Klüften der festen Gesteine hervorkommen. Man nöthigt sie, längs den Stössen herabzulaufen, indem man gegen dieselben, mittelst Haken, die man in die Gesteinklüfte treibt, Breter befestigt. Die Wasser müssen zwar auf diese Weise ebenfalls aus dem Tiefsten ausgefördert werden, allein man hindert wenigstens, dass sie nicht als Regen auf den Rücken der Arbeiter herabträufeln. Wenn unter einem Gestein, dessen Klüfte Wasser führen, unzerklüftete Gebirgsarten vorkommen, so kann man, ehe man mit dem Schachtbetriebe fortschreitet, es versuchen, die Klüfte zu verstopfen, oder zu verdämmen, d. h., sie aufzuhalten, wozu man eigenthümliche Mittel anwendet, von denen wir weiter unten handeln wollen. Ist aber der Zufluss dieser Wasser gering, so dass ihre Ausförderung wenig Kosten verursacht, so verhindert man nur, dass sie während des Abteufens dem Tiefsten zufallen. Zu dem Ende treibt man in dem unzerklüfteten Gestein, unmittelbar unter den Quellen, in einem von den Stössen des Schachtes, einen Behälter, welcher die Gestalt einer mehr oder weniger langen Strecke hat, dessen Räumlichkeit hinreicht, um alles Wasser, welches innerhalb 24 Stunden aus den Klüften eingedrungen ist, aufzunehmen. Man sehe Fig. 1, Taf. 16. Vorn ist diese Strecke mit einer Verdämmung geschlossen, durch welche unten eine Auslassröhre geht, die man mittelst eines Hahns oder eines Spunds verschliesst. Alle Wasser aus den Klüften werden hinter den Damm geleitet. Man hauet daher in die vier Stösse oder in die Peripherie runder Schächte eine schneckenförmig laufende Rinne (*gargouille*), welche sie aufnimmt und deren unterstes Ende mit dem Behälter in Verbindung steht, indem man ein Bohrloch durch den Stoss bis hinter den Damm schlägt. Ist es erforderlich, so wird die Rinne vorn mit Bretern die mittelst Haken befestigt werden, verschlossen. Auf diese Weise erhält der Behälter, während eines längern oder kürzern Zeitraums alle obern Wasserzuflüsse, so dass sie dem Tiefsten nicht zufliessen und die Arbeiter nicht hindern können. Ist der Wasserbehälter bis zum obern Rande des Dammes angefüllt, so öffnet man die Abflussröhre, es läuft aus demselben das Wasser ab und dem Tiefsten zu, aus welchem man es herausschafft, nachdem man die Röhre vorher verschlossen hat. Sind die Wasserzuflüsse bedeutend, oder ist der Schacht tief, so muss man es vermeiden, das Wasser dem Tiefsten zufallen zu lassen, sondern es muss aus dem Niveau des Behälters mit den Kübeln ausgefördert werden. Zu dem Ende ist es hinreichend, vor dem Damme, wie Fig. 1, Taf. 16 zeigt, einen etwas tiefer liegenden Absatz anzubringen, der etwas höher ist, als die Wassertonne und so breit, dass diese darauf stehen kann und neben ihr ein Arbeiter, der sie an das Förderseil anschlagen und die leere Tonne davon abhängen und sie durch Hebung der Klappe der Ausflussröhre füllen kann.

Die Construction des Dammes ist sehr einfach. Zwischen zwei Wänden von übereinander gestellten Bretern, deren Enden in Schlitzen treten, welche in die beiden Ulmen der Strecke ausgehauen sind, stampft man Thon. Unten in diesem Damme bringt man eine gusseiserne oder ausgebohrte hölzerne Röhre an, die man vorn mit einem hölzernen Spunde, oder hinten mit einer Klappe verschliesst, welche man mittelst einer eisernen Kette heben kann.

Ist der Wasserzufluss nur gering, so kann man die Strecke offen lassen und vor dieselbe eine Tonne stellen, in welche das ihr zufallende Wasser läuft. Ist die Tonne voll, so fördert man sie auf die gewöhnliche Weise aus. Die auf die angege-

bene Weise eingerichteten Wasserbehälter sind nicht allein bei'm Schachtabteufen, sondern sie sind überall da zweckmässig, wo man die aus den Klüften kommenden Wasser nicht zurückhalten kann. Man hebt dann die in dem Reservoir gesammelten Wasser unmittelbar durch eine Pumpe, deren Saugerohr in dasselbe ausläuft. Nie soll man diese Wasser dem Tiefsten des Schachtes zu fallen lassen.

Beispiele von Schächten in dem Steinkohlengebirge. Der Dolomieu-Schacht zu Roche-la- Molière, im franz. Loire-Depart., erreichte das bauwürdige Steinkohlenflötz in 84 Met. Teufe. Man ging noch 21 Met. tiefer, um von dieser Teufe ab das Flötz nach seinem Fallen unter der Schachtsohle durch einen 70 Met. langen Querschlag auszurichten. Auf dem Schachte waren zwei Dampfmaschinen aufgestellt. Die erste bewegte die Stange einer mächtigen Pumpe, welche die Wasser in einem Sumpf ansog, der in dem Niveau des Flötzes, d. h., 84 Meter unter Tage lag. Die zweite war eine Fördermaschine, mittelst deren man von der Sohle die Berge und die Wasser ausförderte, die in dem unter dem Flötze vorhandenen Theil des Schachts befindlich waren. Diese Wasserzuflüsse waren, des obern Sumpfes ohnerachtet, in Folge des durchsunkenen klüftigen Gesteins, sehr bedeutend. Der horizontale Durchschnitt des Schachtes war eine Ellipse, deren Durchmesser fast 3 und 4 Meter war. Das Gestein war ein fester Kohlensandstein. Die Häuer arbeiteten nur des Nachts, da der Schacht am Tage zur Förderung gebraucht wurde. Durch diesen Umstand wurden die Kosten vermehrt, da zu Anfang der Schicht die Wasser erst ausgefördert werden mussten, die sich den Tag über gesammelt hatten.

Der Unternehmer oder Gedingnehmer erhielt für die beiden ersten Meter, für das Meter	125 Fr. — C.	
Die Maschinenkosten betrugen auf das laufende Meter . . .	45 — — —	
Der Werth der verbrannten Steinkohlen betrug	36 — — —	
Die Abnutzung der Kübel und Seile	25 — — —	
Schmiedekosten und Erhaltung der Gezähe	9 — — —	
Ganze Ausgabe für das Meter	240 Fr. — C.	
Die 17 folgenden Meter waren zu 150 Fr. das Meter verdungen	150 Fr. — C.	
Maschinenkosten, Steinkohlen, Kübel und Seile, Gezähe, das Met.	115 — — —	
Summa das Meter	265 Fr. — C.	
Die beiden letzten Meter waren verdungen das Meter zu . .	175 Fr. — C.	
Uebrige Kosten	115 — — —	
Summa das Meter	290 Fr. — C.	

Der Gedingnehmer hatte für die beiden letzten Meter folgende Kosten zu tragen:

65 Häuerschichten à 3 Fr. 25 Cent.	211 Fr. 25 Cent.
28 Förderschichten à 2 Fr.	56 — — —
25 Kilogr. Pulver à 2 Fr. 75 C.	68 — 75 —
Oel, Schwefel und Papier	6 — — —
Summa	342 Fr. — Cent.
Und auf das Meter	171 Fr. — Cent.

Die zum Absinken von 1 Meter erforderliche Zeit betrug gegen das Ende fast 22 Tage. Hätte man Tag und Nacht in 8stündigen Schichten gearbeitet, so würden zu einem Meter höchstens 7 bis 8 Tage hingereicht haben. Die Betriebsschwierigkeiten waren bedeutend.

An demselben Orte wurde von demselben Flötze aus ein anderer Schacht abgesunken, um ein anderes, 50 Met. tiefer liegendes Flötz auszurichten. Hier war der Betrieb weit leichter, weil die Wasserzuflüsse im Schachttiefsten geringer waren, indem der Schacht höher auf dem Fallen des Flötzes lag und nur 30 Met. tief war. Die Bergförderung erfolgte mittelst eines Pferdegöpels. Die Menge des bei'm Abteufen vorkommenden Wassers ist nicht bestimmt worden.

Das Gedinge betrug auf das laufende Meter	100 Fr.
Der Unterhalt der Göpelpferde	30 —
Der Unterhalt der Kübel und Seile	15 —
Der Unterhalt der Gezähe	6 —
Summa	151 Fr.

Dem Gedingnehmer kamen folgende Kosten zur Last:

15 Häuerschichten à 3 Fr.	45 Fr.	
5 Anschlägerschichten à 2 Fr.	10 —	
5 Pferdetreiberschichten à 1 Fr.	5 —	
7,50 Kil. Pulver à 2 Fr. 75 Cent.	20 —	62,5 Cent.
Oel, Schwefel und Papier	6 —	
Summa auf's Meter	86 Fr.	62,5 Cent.

Der Schacht war kreisrund und hatte 3 Met. im Durchmesser; zum Abteufen von 1 Met. waren 6 Arbeiter, die sich je 2 in 8stündigen Schichten ablös'ten, $2\frac{1}{2}$ Tage erforderlich. An demselben Orte hat man dem Gedingnehmer bis 400 Fr. für das laufende Meter bei'm Abteufen eines Schachtes im Kohlensandsteine bezahlt, der grosse, conglomeratartige Geschiebe enthielt, daher sehr hart und in fast senkrechten Klüften sehr wasserhaltig war. Die ganzen Kosten auf das laufende Meter betrugen in diesem Falle gewiss mehr, als 1000 Fr.

Besteht das Steinkohlengebirge zum grossen Theil aus Schieferthonschichten, so kostet das Abteufen weit weniger, etwa 45, 50 bis 60 Fr. das laufende Meter, bei einem Durchmesser von 2,50 bis 3 Met., bis zu bedeutenden Tiefen, wobei jedoch die Förderungs- und Reparaturkosten für die Gezähe dem Grubenbesitzer zur Last fallen. Allein es ist dann häufig Zimmerung oder Mauerung nöthig.

In England, namentlich in der Umgegend von Newcastle, macht man die Schächte kreisrund, und die kleinsten haben 10 engl. Fuss im Durchmesser. Zu Townley bei Newcastle bezahlte man für das blosse Abteufen (ohne Ausbau) eines Schachtes von dieser Dimension für das laufende Yard (3 engl. Fuss) 16 Pfd. Sterling (400 Fr.). Das Gestein bestand aus Sandstein.

In England ist bei'm Steinkohlenbergbau bei Weitem die Mehrzahl der Schächte kreisrund, und besonders sind es alle grössern; eine Form, die sich zu der flachen Lagerung der Gebirgsschichten, welche einen gleichförmigen Druck hervorbringen, als auch zu der Hauptbefestigungsart der Ausmauerung, ganz besonders eignet. Diese Form ist schon seit längerer Zeit auf den Lütticher Kohlengruben ganz allgemein und wird auch in Frankreich sehr häufig angewendet, indem sie dort durch ähnliche Verhältnisse bedingt wird. Für Schächte in steilfallenden Gebirgsschichten eignet sich dieselbe keineswegs und besonders, wenn dieselben durch Zimmerung offen erhalten werden sollen. Desshalb wendet man auch in Deutschland gewöhnlich die rechteckige Form an und führt selbst die Schachtmauerung nicht rund oder elliptisch, sondern in vier besondern

Bögen auf, die sich in den Ecken gegeneinander spannen. Wenn die runden Schächte unter gewissen Rücksichten, rücksichtlich ihrer Festigkeit, als sehr vortheilhaft erscheinen, so sind dieselben rücksichtlich der Bequemlichkeit bei'm Gebrauche weit hinter den rechteckigen zurück; indem bei den einzelnen Abtheilungen spitze Ecken nicht zu vermeiden sind, welche bei'm Gebrauche verloren gehen. Wo aber Schwierigkeiten zu besiegen sind, wo die Zimmerung, soviel als möglich, vermieden werden muss, da können die runden Schächte unter solchen Verhältnissen wohl zweckmässig genannt werden. Die Durchmesser derselben sind nach ihrem Gebrauche verschieden und betragen 10 bis 15 Fuss.

Schachtausbau.

Die Verzimmerung und die Ausmauerung der Schächte haben den Zweck, entweder das brüchige Gestein lediglich zu unterstützen, oder auch, um zu gleicher Zeit die eindringenden Wasser zurückzuhalten, die oft sehr bedeutend sind. Wir wollen zuvörderst von der Schachtzimmerung reden, die nur den ersten Zweck zu erfüllen hat *).

Es muss hier noch bemerkt werden, dass die in Zimmerung zu setzenden Schächte entweder rechteckig oder quadratisch, das erstere häufiger, als das zweite, sind.

Die Schachtzimmerung macht bei dem Ausbaue der Gruben wieder eine besondere Art aus und besteht in der Zimmerung, welche zur Befahrung und Förderung angewendet werden muss. Doch hier ist die Rede nur von bei einem Förderschachte mit dem Kübel nöthiger und anzuwendender Zimmerung, welches mit gewöhnlichem Tonnenfach geschieht. Zu der Förderung mit Tonnen sind Strassbäume und andere Vorrichtungen erforderlich, die für den Zimmerling nicht mehr allein, sondern für die Gezeugarbeiter und Werkmeister mit gehören, und deren Behandlung daher dem Maschinenwesen zufällt.

Bügelschächte. Ehe ich zur regelmässigen Schachtzimmerung übergehe, muss ich vorher noch einer Art Verbauung der Schächte erwähnen, welche hie und da stattfindet und aus einzelnen rundgebogenen Holzstämmen, in Gestalt von Reifen, besteht, welche den Namen Bügel und die damit verbauten Schächte Bügelschächte führen. Diese Zimmerungsart kommt nur bei, in Dammerde oder dickerem Gerölle stehenden Schurfschächten, welche keine lange Dauer haben sollen, vor; besonders bei dem Abbaue der Putzen von Thon- und Raseneisenstein, auch wohl bei Mangan und Braunkohlen. Man bedient sich hierbei frisch abgehauener Stämme von Birken oder Eschen, auch wohl von Buchen, weil sich diese Holzarten im saftigen Zustande am Besten rund biegen lassen. Die Stämmchen werden, je nach der Grösse des abzuhaltenden Druckes, von 2 bis 6 Zoll Durchmesser genommen. Dem mit Bügel auszuzimmernden Schachte wird eine vollkommen runde Gestalt gegeben, dann die einzelnen Stämme zu Bügel, (Reifen) gebogen und einer dicht unter den andern von Oben nieder, oder, besser noch, wenn der Schacht so lange allein stehen kann, von Unten herauf einer fast auf den andern gelegt. Das Bestreben der Bügel, ihre gerade Richtung wieder einzunehmen, verursacht nicht nur ihr festes Anliegen, sondern setzt auch dem Drucke der Dammerde oder des Gerölles den hinlänglichen Widerstand entgegen.

*) Wir haben hier wieder das treffliche Dingelstedtsche Werk, herausgegeben von Mayer, benutzt. H.

Um indessen einen gleichförmigen Widerstand gegen den Aussendruck zu erzielen, hat man Sorge zu tragen, dass die Bügel abwechselnd nach den vier Himmelsgegenden mit ihrem Zusammenstosse, d. h., wo die dicken und dünnen Enden der Bügel sich berühren, gelegt werden. Hat man aber auf einer Seite besonders starken Druck, so legt man die Zusammenstösse, der grösseren Festigkeit halber, alle auf diese Richtung.

Zuweilen werden auch noch lange, auf einer Seite behauene Bäume mit der glatt gearbeiteten Fläche über die Zusammenstösse von Oben nach Unten aufgenagelt. Nach Umständen kommen dieser Bäume auch mehrere über die Bügel zu stehen.

Diese Zimmerungsart ist nicht kostspielig, hält für die kurze Gebrauchszeit des Schachtes hinlänglich aus und kann bei dessen Verlassen sehr leicht wieder herausgenommen und nacheinander bei mehreren angewendet werden.

Bei Vorrichtung eines Förderschachts mit dem Kübel braucht man Einstriche, Fröschel, Fahrten, Dumpfhölzer, Bauch- und Seitentonnen; die auch dann nicht entbehrlich sind, wenn ein Schacht in allen vier Stössen gutes, haltbares Gestein hat. Ehe ich aber zur nähern Beschreibung derselben komme, habe ich vorher die richtige Fertigung des bei dem Bergbaue unentbehrlichen Haspels zu erwähnen, der zur Förderung der Erze und Berge bei den Gruben gebraucht wird. Ein solcher Haspel ist Taf. 16 *A*, Fig. 1 vorgestellt und besteht aus zwei Pfühlbäumen *a* und *b*, zwei Hängebänken *c* und *d*, zwei Haspelstützen *e* und *f*, einem Rundbaume *g* und zwei Haspelhörnern *h* und *i*.

Pfühlbäume sind Hölzer, welche wie die Tragwerksstege söhlig und zwar mit dem Streichen des Schachtes rechtwinklich gelegt werden. Die Haspelstützen sind in die Pfühlbäume eingezapft und stehen bei seigern Schächten senkrecht, bei flachfallenden aber nach der Donlage des abzusinkenden Schachtes, so dass jederzeit Seil und Kübel in der Mitte des Schachtes mit dem Tonnenfache parallel auf und nieder geht.

Ein Haspelhorn besteht aus dem Zapfen *k*, dem Arme *l* und der Spille *m*. Der Zapfen geht 7 bis 8 Zoll in den Rundbaum hinein und ist daselbst viereckig (pyramidal), äusserlich aber, wo er in dem Pfadeisen liegt, rund gestaltet, hat $\frac{3}{4}$ Zoll Stärke und kömmt in einer senkrechten Höhe von 40 bis 41 Zollen über den Pfühlbäumen zu liegen. Ehe er aber in den Rundbaum eingetrieben wird, schlägt man einen kleinen eisernen Ring oder eine Büchse ein, damit er den Rundbaum nicht zersprengen könne. Von dem Arme und der Spille steht weiter nichts zu bemerken, als dass erstere 16 bis 18 Zoll lang, $\frac{3}{4}$ Zoll stark und $1\frac{1}{2}$ Zoll breit, letztere aber 18 bis 20 Zoll lang, $\frac{3}{4}$ Zoll stark und rund geformt ist. Gewöhnlich ist das ganze Haspelhorn von Eisen, doch findet man welche, wo nur der Zapfen von Eisen, Arm und Spille aber von Holz sind, z. B., wenn bei Anfang eines abzusinkenden Tageschachts noch keine Kaue da ist und folglich die eisernen Haspelhörner leicht entwendet werden könnten.

Ein hölzernes Haspelhorn, nämlich Arm und Spille in einem Stücke, erhält man von einem Stamme, aus welchem ein Ast rechtwinklich herausgewachsen ist; ein solches Horn leistet ebenfalls die gehörigen Dienste, doch muss es am Ende des Arms, Fig. 2, durchlocht und mit zwei eisernen Ringen beschlagen werden. Die Haspelstüzzen bekommen nicht nur von Oben Vertiefungen, welche mit einem Pfadeisen ausgelegt werden, sondern sie werden auch an der Seite, wo der Rundbaum ansteht, geschwächt, damit der Zapfen eine desto kleinere Aufruhungsfläche zur Verminderung der Friction bekomme.

Die Hängebänke sind von zweizölligen Pfosten geschnitten, oder werden vor vierkantig gehauenem Holze von 3 bis 4 Zoll Stärke in's Gevierte zugerichtet; in letzterem Falle müssen sie am Ende etwas in die Pfühlbäume eingelassen, in ersteren aber brauchen sie nur aufgenagelt zu werden. Ueber Tage, wo man die Pfühlbäume nicht so gut befestigen kann, und wo man zuweilen (wenn der Schacht seiger ist) die Kübel zu beiden Seiten aushängt, sind beide Hängebänke nöthig; in der Grube aber, wo die Pfühlbäume zwischen das Hangende und Liegende, so fest, als nur ein Stempel liegen kann, eingetrieben werden müssen, bedarf man nur einer Hängebank im Liegenden.

Der Rundbaum wird von weichem Holze gefertigt, ist 7 bis 8, höchstens 9 Zoll im Durchmesser stark und wird an beiden Enden mit einem Ringe beschlagen. Die Länge desselben richtet sich nach dem Abstande der Haspelstützen oder Pfühlbäume, dieser Abstand aber nach der Länge des Ziehschachtes, und letztere endlich nach der Teufe des Schachtes. Bei einem 6fahrtigen Ziehschachte *) wird sich das $\frac{3}{4}$ Zoll starke Bergseil auf den 9 Zoll starken Rundbaume $56\frac{1}{2}$ Mal aufwickeln; dies erfordert beinahe 43 Zoll Länge auf dem Rundbaume und hierzu noch 4 Umschläge des Seils oder 3 Z., giebt 46 Zoll Länge, welche das Seil zu seinem Auf- und Abwickeln braucht. Nun soll aber doch der Kübel bei seinem Herauskommen auf keiner Seite an einen Pfühlbaume anschlagen, damit keine Erze oder Berge aus demselben fallen und die darunter stehenden Anschläger beschädigen können, mithin muss von der Seite bis an den nächsten Pfühlbaum noch 11 Zoll und also auf beiden Seiten 22 Zoll Raum bleiben; es beträgt daher der Abstand der Haspelstützen oder Pfühlbäume gegeneinander bei einem 6fahrtigen Schachte: 68 Zoll oder 2 Ellen 20 Zoll. Da nun der Rundbaum auf jeder Seite noch 3 Zoll über die senkrechte Fläche der Haspelstützen hinausgeht, so beträgt seine totale Länge 3 Ellen 2 Zoll.

Mit jeder Fahrt Mehrteufe, die der Schacht bekommt, sind $9\frac{1}{2}$ Umschläge Seil nöthig; desshalb müssen die Pfühlbäume 7 Zoll weiter auseinander stehen und folglich auch der Rundbaum um soviel länger werden.

Was nun endlich die Hauung der Hornstätte für die Haspelknechte eines Ziehschachtes betrifft, so ist solche ein Gegenstand der Grubenbaukunst und gehört nicht hierher. Ich erwähne daher nur soviel hiervon, dass die Hornstätte ausgeschlossen seyn müsse, ehe man mit der Zimmerung herankommt, weil man solche ausserdem mit Schlägel und Eisen aushauen müsste, welches viel Kosten verursachen würde. —

Die weitere mechanische Construction des Haspels muss man in dem Kapitel von der Schachtförderung suchen. Ich hatte hier nur insoweit mit dem Haspel zu thun, als sein Gebrauch und die Vorrichtung desselben bei der Zimmerung zu wissen nothwendig war und gehe daher zu den andern Theilen der Schachtzimmerung über, die bei Befahrung und Förderung eines sonst gut und feststehenden Schachtes vorkommen.

Ich nehme zuerst den einfachsten Fall an, dass der Schacht von einer obern nach einer tiefern Strecke schon abgesunken, leer und ganz seiger ist; also einen solchen Schacht, der seit langer Zeit nicht fahrbar, und in welchem also die Zimmerung zu Bruche gegangen ist. —

In welchen Stoss der Fahrschacht hinkommen soll, ist eine Frage, deren nähere Beantwortung von mehrern Umständen abhängt, sowie die Auseinandersetzung dersel-

*) Eine Fahrt ist in Sachsen 24 Fuss oder 12 Ellen Leipz. Maass.

ben in die Lehre vom Grubenbaue gehört. Kommt es hier aber auf die nöthige Zimmerung an, so legt man den Fahrschacht in denjenigen Stoss, wo man bei'm Ein- und Ausfahren den Ziehschacht zur rechten Hand behält, damit man, wenn an Seil oder Tonnenfach etwas zu thun ist, mit der rechten Hand herüber reichen könne.

Nachdem man den Schacht oben, wo die Hängebank hinkommen soll, in Obacht genommen hat, so wird zuvörderst in jedem Stosse derselben eine Schnur den Schacht hineingezogen. Dies geschieht, dass man entweder auf der tiefer liegenden Strecke bis an das Füllort fahren kann, oder, wenn dieses nicht möglich, dass sich ein Zimmerling am Seile hineinhängen lässt. Diese Schnur wird oben und unten an besondern Spreitzen oder Lehreinstrichen befestigt, um das Streichen *) des Schachtes und ob die Stösse durchaus seiger abgesunken oder nach einer oder der andern Weltgegend unterhauen sind, auch ob die Stösse Deckel haben, die hervorstehen und daher zugeführt werden müssen, zu erfahren.

Sind die Stösse richtig, so bestimmt man nun die Länge des Fahr- und Ziehschachtes nach der Entfernung der Schnuren. Liegen die Schnuren an verschiedenen Puncten an, so rückt man sie, bis sie frei hängen, näher zusammen und spannt sie dann fest an. Ist die Entfernung derselben so gross, als zu einem 6fahrtigen Schachte erfordert wird, so lässt man die Schnuren zwar liegen, führt aber in der Folge, wenn man mit der Zimmerung herein ist, die hervorstehenden Puncte zu. Ich nehme hier den Fall an, der Schacht wäre 4 Ellen 10 Zoll gefunden worden, so nimmt man nur 3 Ellen 2 Zoll zum Ziehschachte, 8 Zoll zu den Einstrichen und 1 Elle auf den Fahrschacht. Die Weite des Ziehschachtes sowohl, als des Fahrschachtes, darf nicht unter 30 Zoll seyn, denn 6 Zoll nimmt die Stärke des Dumpfholzes und Fröschels weg und 1 Elle wenigstens muss bei ersterm zum Fördern und bei letzterm zum Fahren frei bleiben.

Hierauf legt man die zwei Pfühlbäume, und zwar den ersten zwischen den Fahr- und Ziehschacht, den zweiten aber in den Ziehstoss, genau söhlig rechtwinklich nach dem Streichen des Schachtes. Die Entfernung derselben muss genau die Länge des Ziehschachtes ausmachen, sollte auch der zweite Pfühlbaum noch auf das Gestein zu liegen kommen.

An dem ersten Pfühlbaume wird an der nach dem zweiten Pfühlbaume gekehrten Fläche ein Nagel eingeschlagen und eine Schnur daran befestigt, welche auch auf dem Füllorte in einen Lehreinstrich dergestalt festgemacht wird, dass sie mit der vorigen Schnur parallel ist. Diese neue Schnur giebt nun das Regulativ für alle zu legenden Einstriche, welche auf dieser Seite, wie an einer seigern Ebene, liegen müssen. Die mehre oder mindere Stärke derselben (über oder unter 8 Zollen) geht auf Rechnung des Fahrschachtes. Damit diese Schnur in kürzeren Stücken gebraucht werden könne, die, wenn sie zerreissen, geschwinder wieder befestigt werden könne, legt man noch zwei Lehreinstriche in die Teufe des Schachtes und schlägt Nägel hinein; die ersten beiden Schnuren aber fallen nun ganz weg.

Es ist nunmehr nichts leichter, als in einen solchen abgelehrten Schacht Einstriche, Fröschel und Fahrten einzubringen. Das Verfahren dabei ist folgendes: Man befestigt auf irgend eine Art die erste halbe Fahrt, hängt an diese mittelst eines Stücks Bergseils oder ordentlichen Fahrhakens, Fig. 3, eine zweite halbe Fahrt, zeichnet bei

*) Bekanntlich findet man die Stunde der Streichungslinie des Schachtes, wenn man zur Stunde, in der die Fallungslinie desselben streicht, 6 Stunden addirt oder auch davon abzieht.

6 Ellen Teufe im Hangenden und Liegenden Bühnloch und Anfall zu einem Einstriche an, und legt diesen, wie jeden andern Stempel, rechtwinklich nach dem Streichen des Schachtes und beinahe söhlig, d. i. bei'm Anfalle 1 oder 2 Zoll aufgerichtet. Hierauf wird in eben dieser Teufe ein Bühnloch von ungefähr 3 bis 4 Zoll Teufe in den Stoss des Fahrschachtes gehauen; in dieses legt man das eine Ende des Fröschels, welches aus vierkantigem, 4 Zoll im Quadrat starkem Holze geschnitten ist, das andere Ende aber befestigt man mit einer Fahrthaspe auf dem Einstriche. In das Fröschel werden zwei viereckige Vertiefungen zu den Füssen der Fahrtschenkel gemeisselt, eine halbe Fahrt, aber keine von denen, die oben im Schachte hängen, hineingesetzt und solche mittelst zweier Fahrthaspen an die Hängebank befestigt.

Auf die nämliche Art verfährt man bei allen übrigen Einstrichen, nur dass man die beiden freihängenden Fahrten alle Zeit an die letzte aufstehende Fahrt oder an das letzte Fröschel selbst anhängt. Eine jede untere Fahrt wird in das darunter liegende Fröschel eingesetzt und an das darüber liegende angehaspelt. In einem ganz seigeren Schachte, wie hier vorausgesetzt wurde, wird kein Tonnenfach geschlagen, sondern es werden nur an der Fläche der Einstriche, welche nach dem Fahrschachte gekehrt ist, Beschlagbreter angenagelt, damit der eine Kübel nicht anstossen könne, und dass auch kein Fahrender den Schacht hineinstürze.

Bei seigern Schächten wird im Fahrschachte aller 12 oder 18 Ellen eine Ruhebühne gelegt, oder, wenn es die Weite gestattet, ein Abtritt angebracht.

Eine Ruhebühne ist ein Stück Spindebret, welches mit dem einen Ende in den kurzen Stoss 2 Zoll tief durch einen Schramm eingelassen, mit dem andern aber auf den Einstrich genagelt wird. Damit man darauf sitzen könne, wird es im Hangenden angebracht, auch wohl nach der Rundung des Körpers etwas ausgeschweift. Eine ähnliche Ruhebühne kömmt auch bei jedem Schachte gleich unter die Hängebank, damit man bequemer einsteigen könne.

Zu einem Abtritte muss der Schacht, Fig. 4, wenigstens $1\frac{1}{2}$ Elle weit seyn, damit die eine Fahrt *a b* mit den Füssen um 18 Zoll nach dem Hangenden gezogen werden und der Fahrende noch darum herum nach der andern Fahrt *c d* kommen kann. Die andere Fahrt *c d* geht in diesem Falle noch 2 Ellen über den Abtritt hinaus, oder es ist in der Höhe von $1\frac{1}{2}$ Elle eine eiserne Handhabe in das Gestein eingeschlagen.

Ist nun der Schacht fertig, so wird auf der Hängebank eine eiserne Handhabe eingeschlagen, eine Schachtthür auf den Fahrschacht geschnitten, eine Ruhebühne unter der Schachtthüre angelegt und das Tragewerk rundherum zugemacht, damit Niemand verunglücken könne.

Die Figg. 4, 5 und 6, Taf. 16, stellen einen rechteckigen ausgezimmerten Schacht dar, und zwar Fig. 4 einen Längendurchschnitt nach *A B*, Fig. 6, Fig. 5 einen Querdurchschnitt nach *C D*, Fig. 6, u. Fig. 6 einen horizontalen Durchschnitt. Der Schacht zerfällt in drei Abtheilungen, von denen zwei zur Förderung, für jede Tonne eine, und eine zur Fahrt dienen. Uebrigens sind diese Figuren aus dem Obigen erklärt.

Das Auszimmern eines f l a c h f a l l e n d e n o f f e n e n S c h a c h t e s, d e s s e n S t ö s s e g u t s i n d, hat nun keine Schwierigkeit. Das Ablehren desselben und Legung der Pfühlbäume und Fröschel ist dasselbe, wie bei seigern Schächten. Die Einstriche werden nicht rechtwinklich mit dem Fallen des Schachtes, sondern im Hangen-

den, besonders wenn sich Wände losziehen sollten, etwas aufgerichtet*), jedoch in ihrem Streichen rechtwinklich mit dem Streichen des Schachtes gelegt. Die Fertigung der Ruhebänke und Abtritte fällt hier weg, dafür kommt die des Tonnenfachs hinzu, welches nun beschrieben werden soll.

Man nimmt gewöhnlich Stegholz, das auf einer Seite beschlagen ist, schneidet es nach der Länge des Fahrschachtes und auch wohl noch 8 oder 10 Zoll darüber und beftet es mit einer Fahrthaspe in dem Liegenden des Schachtes auf die Einstriche auf; im kurzen Stosse aber legt man es in ein desshalb gehauenes Bühnloch, gerade so wie im Fahrschachte das Fröschel, und zwar vor oder hinter demselben. Es muss also dieses Holz, welches man ein Dumpfholz (Tonnenfachholz) nennt, genau wagerecht und nach dem Streichen des Schachtes liegen.

Hat ein Schacht nicht viel Donlage, z. B., er fällt 80 Grad und das Dumpfholz kommt auf's Liegende zum Aufruhen, so ist nur eine starke Schwarte nöthig, welche auf die hohe Kante gestellt wird; auch braucht man bei einem solchen Schachte nur alle 6 Ellen Tiefe ein Dumpfholz: bei mehr fallenden Schächten, und wo die Dumpfhölzer nur an ihren Enden aufliegen, muss alle 3 Ellen eins zu liegen kommen. Auf diese Dumpfhölzer nun werden Spindebreter, welche gesäumt und vom Bretschneider befreit worden sind, aufgenagelt, wovon jedes an einem Ende zwei, in der Mitte aber nur einen Spindenagel bekommt.

Sind die Dumpfhölzer in einer Schnur untereinander (an den Einstrichen hinein) alle wagerecht und genau nach einerlei Streichen gelegt, kurz, sind sie sämmtlich unter sich parallel, so wird das Tonnenfach weder Bauch noch Mulde machen, noch auch windflügelich seyn, sondern eine wahre Ebene, wie es die Förderung erheischt, vorstellen; mithin wird man auch nicht Ursache haben, in der halben Länge desselben von der Hängebank bis auf's Füllort hinein Scheidellatten aufzunageln. Jedoch können letztere zuweilen nöthig seyn, obgleich das Tonnenfach gut gelegt ist, wenn nämlich der Schacht sehr flach, z. B. 45 Grad, fällt, und zwar aus dem Grunde, dass, wenn zufälliger Weise der volle Kübel einmal im Mittel des Schachtes aufgegangen ist, der leere auf ihn nicht zum Aufsitzen kommt oder reitet. Diese Scheidellatten sind 3 bis 4 Zoll stark, 12 bis 18, ja 24 Ellen lang, sowie die Schwarten sind. Da aber letztere zu diesem Behufe alle glatt und ohne Aeste seyn müssen, und man folglich davon immer soviele, als zu einem oder mehreren Schächten erforderlich sind, zum Auslesen haben muss, so ist ihr Gebrauch nicht allzuhäufig.

Oefters tritt der Fall ein, dass der kurze Stoss des Ziehschachtes nicht Festigkeit genug hat, um das Dumpfholz einsetzen zu können, oder dass überhaupt das Hangende nicht haltbar zu seyn scheint, so dass man es mit unterstützen muss. Dann werden längs dem Stosse herein Einstriche, wie die zwischen dem Zieh- und Fahrschachte, und zwar alle Zeit dem letztern horizontal gegenüber, gelegt.

Ein jeder Förderschacht, er sey seiger oder flach, muss, wenn er auf dem Füllorte weit ist, eine Schussweite zur Sicherheit für den Anschläger oder den darunter befindlichen Haspelknecht haben. Die Anlegung derselben geschieht kürzlich also: zuvörderst wird der unterste Einstrich jedesmal stärker, als die von Oben herein genommen und diesem gegenüber in dem kurzen Stosse des Ziehschachtes ein ebenmässiger Einstrich

*) Die Lage, in welcher die Einstriche bei einem Schachte von 60 Grad Fallen zu liegen kommen, weicht um 5 bis 6 Grad, und bei einem Schachte von 45 Grad Fallen um 8 bis 10 Grad von dem rechten Winkel nach dem Fallen des Schachtes ab.

gelegt. Auf diese beiden Einstriche nun legt man im Hangenden nach dem Streichen des Schachtes runde Deckhölzer, 4, 6 bis 8 Zoll stark, welche den Schacht bis auf ungefähr $\frac{3}{4}$ Elle Weite verschliessen, so dass nur die Kübel zwischen der Bühne und dem Tonnenfache hindurch können. Das letzte runde Deckholz, welches dem Tonnenfache am Nächsten liegt, wird auf die Einstriche angeklammert oder angehaspelt, die Bühne selbst aber mit klaren Bergen bestürzt, damit solche kein hereingehender Kübel oder Wand verletzen könne.

Bis jetzt habe ich die einfachen Fälle, dass die Schächte, welche wieder fahr- und förderbar gemacht werden sollen, ganz offen, übrigens aber seiger oder flach sind, betrachtet; nun wollen wir aber auch den Fall:

„dass der Schacht ganz zugestürzt ist, oder ganz frisch abgesunken werden soll,“ annehmen; doch immer noch unter der Voraussetzung, dass es Schächte sind, welche von einer obern Strecke auf eine andere niedergehen, und worin die Stösse so haltbar sind, dass man weder in den kurzen Stössen ein Verschüssen zu machen, noch in dem langen Stosse losgezogene Wände abzufangen nöthig hat.

Schächte dieser Art sind allerdings nicht so leicht auszuzimmern, als die vorigen, weil die Aufgewältigung oder Absinkung derselben viel Aufenthalt verursacht, da man keine Schnur als Lehre durchaus ziehen kann und daher manches Holz, das bereits wand- und nagelfest gemacht war, wieder wegnehmen und mit einem andern verwechseln muss, und weil durch die Arbeit der Häuer vieles Holz verschossen wird.

In einem abzusinkenden Schachte, dessen Streichen und Fallen durch einen Markscheiderzug bestimmt ist, werden den Häuern stets vorher Lehren gelegt, nach welchen sie sich bei'm Absinken richten und wonach auch die Zimmerung angebracht werden muss. Bei einem Schachte aber, wo man blos das Streichen und Fallen des Ganges zum Anhalten hat, lässt sich von der Zimmerung weiter nichts Bestimmtes sagen, als dass man solche, so gut es die Umstände erlauben, anzubringen suchen muss, darauf aber den Schacht ablehrt und die an unrichtige Puncte gelegten Hölzer, als Einstriche, Dumpfhölzer etc., wieder auswechselt. Um aber letzteres füglicher bewerkstelligen zu können, muss man dem Schachte gleich bei dessen Absinkung etwas mehr Länge und Weite geben, als ausserdem geschehen seyn würde.

Während des Absinkens selbst verhält man sich folgendermaassen: Nachdem der Schacht eine halbe Fahrt oder tiefer abgesunken ist, so dass die Häuer die gewonnenen Berge oder Gänge nicht mehr in Körben auf die Strecke bringen können, auch nicht weiter zu fürchten ist, dass die Stösse den Pfühlbäumen Schaden zufügen können, so hauet man die Hornstätte ein, legt die Pfühlbäume und richtet den Haspel vor, legt auch in 3, desgleichen in 6 Ellen entweder nur zwischen dem Fahr- und Ziehschachte, oder auch in einem und, wenn es die Noth erfordert, sogar in dem andern Stosse Einstriche. Dem ersten Dumpfholze giebt man nicht gleich die richtige Lage, sondern so, dass man es vorerst ganz auf das Liegende anbringt, damit demselben die Schüsse nicht so leicht schaden können, und nagelt dann die Tonnenbreter darauf. Von dem Dumpfholze weg bis in's Vorgesümpfe legt man blos Bretstücke, damit man die Kübel, oder, wenn Grundwasser da sind, auch die Zober aufgehen lassen kann.

Die Fahrten werden einstweilen nur aneinander gehangen, damit die untere bei dem Schiessen nach dem Anstecken sogleich in die Höhe gezogen, oder auf eine dem Schusse nicht ausgesetzte Seite gelegt werden, die obere aber auch, weil sie frei hängt, den aufliegenden Wänden nachgeben könne. Hat der Schacht noch 3 Ellen

Teufe mehr bekommen, so legt man erst das oberste Dumpfholz, sowie die erste halbe Fahrt richtig, und bringt wieder ein neues Dumpfholz und Einstriche nur einstweilen an.

Das weitere technische Verfahren lässt sich leicht denken: man lässt nämlich jederzeit die Häuer wenigstens 3 Ellen tief mit dem Absinken vorausgehen, ehe man wieder Einstriche, Dumpfholz und Fahrt anbringt; sechs Ellen aber, ehe man jene drei Stücke als bleibend, fest und richtig legt. Bei dieser Arbeit kann man das öftere Zerbrechen so manchen Gezimmers nicht verhüten, denn die Sicherstellung der bei dem Abteufen befindlichen Bergleute macht jene Vorrichtungen unumgänglich nothwendig.

Ist der Schacht auf 3 und mehrere Fahrten Teufe niedergebracht, so dass Häuer und Haspelknechte einander nicht mehr verstehen können und gleichwohl zu befürchten, dass aus dem Kübel hereingehende Wände erstere leicht beschädigen könnten, so müssen die Zimmerlinge von 6 zu 6 Ellen Bühnen schlagen.

Diese Bühnen dienen alsdann zugleich zu Anhäufung der gewonnenen Berge und Gänge, dass solche den Häuern in der Arbeit nicht hinderlich fallen. Ist von letztern ein halbes oder ganzes Ziehen zusammengefördert, so wird es von den Haspelknechten bis auf die Strecke gezogen. Die Vertiefung dieser Bühnen ist der bei oben beschriebener Schussbühne auf Füllörtern fast gleich. Es kommen runde Hölzer dazu, welche auf hinlänglich starke Einstriche oder Stempel nach der Länge des Schachtes gelegt werden. Auf dem Liegenden bleibt nur soviel Oeffnung, dass die Zober frei auf- und niedergehen können; sind jedoch keine oder nur wenige Grundwasser vorhanden, so bedeckt die Bühne den ganzen Schacht bis an den Fahrstoss, wo nur eine mässige Oeffnung zum Ein- und Ausfahren, sowie zum Auffördern der Gangmassen auf die Bühne, gelassen wird.

Ist nun aber der Schacht bis auf die verlangte Strecke niedergebracht, so zeigen einige Schnüre, die man von der Hängebank bis auf's Füllort zieht, wo ein oder der andere Stoss zu weit in das Schachtlicht hineinreicht, wo zugeführt und neue Zimmerung eingewechselt werden muss. Wird diese Ablehrung zu bedenklich, so lässt man solche den Werkmeister oder Markscheider verrichten und sich die nöthige Anweisung darüber geben.

Das weitere Absinken eines schon vorhandenen Kunstschachtes kommt mit der eben beschriebenen Arbeit ziemlich überein. Es müssen von Zeit zu Zeit neue Bühnen geschlagen werden, damit nicht nur die Arbeiter im Tiefsten mehr Sicherheit bekommen und die Berge aufgesammelt werden können, sondern auch die Ansteckekiehle der Kunstsätze von den Schüssen nichts leiden dürfen. Man zieht hier die Bühne ebenfalls bis auf das Fahrloch in dem einen kurzen Stosse über den ganzen Schacht weg, führt auch den letzten Kiehl seiger oder flach, wie es sich thun lassen will, bis in's Vorgesümpfe und nimmt ihn, wenn es geschossen wird, einstweilen weg.

Das Aufgewältigen eines ganz zugestürzten, von einer Strecke zur andern niedergehenden Schachtes hat die grösste Aehnlichkeit mit der eben beschriebenen Absinkung. Sowie man sich dort lediglich nach dem Streichen und Fallen des Ganges richtet, so geschieht es auch hier nach dem ehemals ausgehauenen Raume; ja gewissermaassen hat man es hier noch bequemer, weil man, wo nicht die alte Zimmerung selbst, doch wenigstens die Bühnlöcher und Anfälle derselben findet, in welche man die neue so lange bringen kann, bis nach völliger Aufgewältigung der Schacht abgelehrt und, wenn er verzogen gefunden worden, zugeführt und berichtiget wird. Ich habe daher

nicht nöthig, mich dabei zu verweilen, sondern gehe zur Beschreibung einer andern Arbeit fort, nämlich zum Schachtabtreiben.

Das Abtreiben in Schächten nennt man auch die verlorne Schachtzimmerung. Wenn nämlich ein Schacht ausgemauert oder in ganzen Schrot gesetzt und das Gestein von allen Seiten vor dem Einsturze gesichert werden soll; wenn man ferner einen verbrochenen und ausgestürzten Tageschacht zwar weder in Mauerung noch ganzen Schrot, sondern nur in Bolzenschrot setzen will, und doch sein wahres Streichen und Fallen noch nicht weiss, so gebraucht man die verlorne Schachtzimmerung: in ersten beiden Fällen bis auf das ganz feste Gestein, in letzterem Falle aber wenigstens bis dahin, wo man die alte Zimmerung wieder antrifft, um daraus das Streichen und Fallen des Schachtes abnehmen zu können.

Da diese Zimmerungsart nicht als beständig, sondern nur als einstweilige Arbeit anzusehen ist, die bei erfolgender Mauerung oder ordentlicher Zimmerung stückweise wieder weggenommen wird, so hat solche den Namen verlorne Schachtzimmerung erhalten.

Bei jeder Art Tageschachtzimmerung, also auch bei der verlornen Schachtzimmerung, wird ein Schurf, der die Gestalt eines länglichen Rechtecks hat, geworfen. Ist dieser so tief niedergebracht, dass die Seitenwände nicht mehr ohne Unterstützung stehen können, oder dass den Arbeitern das Herauslangen der Gebirgsmasse in Trögen oder Körben zu beschwerlich fällt, so wird bei der Bolzenschrotzimmerung das erste Schachtgevier gelegt und der Haspel darauf gesetzt; bei der verlornen Zimmerung aber erfolgt gewöhnlich das Ueberrüsten, weil man bei letzterer mehr Länge und Weite braucht, als bei dem Bolzenschrot.

Das Ueberrüsten geschieht folgendermaassen: Quer über den Schurf *a*, Fig. 5 oder parallel mit den kurzen Stössen legt man zwei starke Stämme *b, c,* welche man die Rüstbäume nennt, erforderlichen Falls auch wohl noch einen dritten *d,* rechtwinklich über die Rüstbäume aber vier kleinere Stämme *e, f, g, h* und bedeckt das Ganze mit Spindelbretern zur sichern Handthierung der Arbeiter. Zum Hineinhängen des Holzes und Herausziehen der Berge setzt man den oben beschriebenen und Fig. 1 bezeichneten Hornbaspel auf dieses Gerüste. Gesetzt nun, es wäre ein gewöhnlicher Förderschacht von 6 Fahrten Teufe, welcher in ganzen Schrot gesetzt werden soll, abzusinken und abzutreiben: so ist die Länge des Ziehschachtes im Lichten 3 Ellen 4 Zoll, die Stärke des künftigen Einstrichs zwischen dem Fahr- und Ziehschachte 10 Zoll, die Stärke der Kappen im künftigen ganzen Schrot jede zu 10 Zoll, zusammen 20 Z., der Zwischenraum bei den künftigen und jetzigen Kappen 12 Zoll, und die Stärke der beiden Kappen der jetzigen verlornen Zimmerung zu 1 Elle; ferner die Weite des Schachtes im Lichten 1 Elle 12 Zoll, die Stärke der künftigen Jöcher in beiden langen Stössen zusammen 20 Zoll, der Zwischenraum bei den künftigen und jetzigen Jöchern 12 Zoll und endlich die jetzige Stärke der Jöcher in den kurzen Stössen zusammen 1 Elle anzunehmen.

Der Schurf muss also hier nach dem Streichen des abzusinkenden Schachtes 5 Ellen 22 Zoll lang und 3 Ellen 20 Zoll breit seyn. Das Finden des Punctes zum Schurfe ist die Sache des Marktscheiders und gehört hierher nicht; doch muss ich hiervon soviel erwähnen, dass nach verrichtetem Markscheiderzuge entweder die vier Winkel des Schachtes abgesteckt, oder vier Säulen ausserhalb der Schachtstösse aufgerichtet werden müssen, an welche man Schnuren zieht, die in ihrem Durchschneidungs-

puncte den Mittelpunct des Schachtes bestimmen, von welchem weg alsdann die Schnur den Schacht hineingezogen werden kann.

Zu dem ersten Schachtgeviere werden in jedem kurzen Stosse ein Paar Stempel vom Hangenden zum Liegenden ohngefähr in einer Teufe von 2 bis 3 Ellen unter dem Gerüste, wo in beiden langen Stössen ein Aufruhen für solche stattfindet, gelegt; denn ganz natürlich wird der Schurf nicht an allen vier Seiten, wie mit senkrechten Mauern, umschlossen, sondern die Kanten desselben werden merklich verbrochen seyn, und der Schurf wird mehr einem Kessel oder umgekehrten Kegel, als einem Prisma, gleichen. Also da, wo jedes Ende dieser Stempel ungefähr $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Elle Aufliegen bekommen kann, werden sie gelegt. Dies erste Paar Stempel giebt für die ganze folgende Zimmerung die Lehre ab; sie müssen daher genau rechtwinklich nach dem Streichen des Ganges, jedoch nicht rechtwinklich nach dessen Fallen, sondern, wie schon oben bedacht worden, einige Grade mehr aufgerichtet gelegt werden, und zwar um so mehr, je flacher der Schacht fällt. Zur Bestimmung des Streichens und Fallens aber werden Compass und Gradbogen gebraucht.

Man wird den Stempeln zwar keine festen Bühnlöcher und Anfälle geben können, weil noch kein ganzes Gestein, sondern nur Gems vorhanden seyn wird; allein man legt doch, so gut man kann, hölzerne Bühnlöcher und Fusspfähle an die Stösse und nimmt dabei den Stempel etliche Zoll länger, als der Abstand des Bühnlochs und Anfalles beträgt, weil man auf den Trieb oder das Zurückweichen des Gemses bei'm Antreiben rechnen muss. Dieses Paar Stempel und alle folgenden heissen Tragestempel, weil sie die Schachtgeviere, wenigstens eins um das andere, tragen müssen. Sie sind, nach Befinden des Druckes, 12 bis 14 Zoll stark zu nehmen.

Auf dieses erste Paar Tragestempel wird ein Schachtgeviere gelegt, welches aus vier Stücken Holz auf ähnliche Art, wie die Thürstöcke auf den Strecken, mittelst Platten zugefügt wird; die zwei längern davon kommen in den langen Stössen auf die Tragestempel, die kürzeren zwei hingegen auf die längeren selbst zu liegen. Ihrer Lage und des Dienstes wegen, den sie einander leisten, nennt man jene Jöcher, diese Kappen. Die Art ihrer Zusammensetzung stellte die 6. und 7. Fig., sowie auch Fig. 2, Taf. 16 dar, wo *a a* die Tragestempel bedeutet, *b, b* die Jöcher und *c, c* die Kappen. Die Gesichter der Jöcher sind aufwärts, die der Kappen aber unterwärts gekehrt. Man schneidet also zuerst die 10 bis 12 Zoll starken Jöcher so lange ab, als der Schacht lang werden soll (hier 5 Ellen 22 Zoll), macht von jedem Ende 10 Zoll zurück einen Sägeneinschnitt bis auf die halbe Holzstärke und hauet die Blätter aus. Die Kappen werden so lang, als der Schacht weit ist (3 Ellen 20 Zoll) und ebenfalls bei 5 bis $5\frac{1}{2}$ Zoll Abstande halb durchschnitten, dass also die halbe Holzstärke der Kappen und der Jöcher die ganze ursprüngliche Holzstärke wieder ausmachen.

Nachdem nun die Jöcher in den langen Schachtstössen gelegt sind, passt man die Kappen darauf und sieht zu, ob das Geviere, wenn alle Blätter genau aufeinander schliessen, ein Rechteck ist, welches man erfährt ,wenn man die Diagonallinien *d e* und *f g*, Fig. 6, gleich gross findet; sodann befestiget man das Geviere, damit es vorerst unbeweglich bleibe, durch Pfändekeile, misst noch einmal, ob die gegenüberliegenden Hölzer paare und paarweise parallel sind, und rückt das Geviere so lange, bis wirklich Kappen und Jöcher unter einem rechten Winkel zusammenstossen und erstere genau über dem Tragestempel liegen. Auch untersucht man mit der Setzwaage oder dem

Gradbogen, ob die Kappen, wie die Tragestempel, einerlei Neigung gegen den Horizont haben, und ob endlich die Jöcher wirklich horizontal liegen.

Hinter das Geviere, welches das Ansteckgeviere heisst, werden nun die dreielligen Schwartenpfähle angesteckt und niedergetrieben, welches sich hier leicht thun lässt, da das Gebirge gewöhnlich noch gemsig ist. Bei jedem Schwartenpfahle aber muss ein hölzerner Keil (Pfändekeil) zwischen ihn und das Gestein eingetrieben werden, damit Alles gespannt bleibe und der Pfahl mehr in's Gestein hinaus-, als in den Schacht hineinreiche; denn befänden sich Höhlungen hinter den Pfählen, so gäbe dieses Gelegenheit zum Trennen des Gebirges und könnte den grössten Schaden anrichten. Dies Hineintreiben der Pfähle muss überdies mit solcher Sorgfalt geschehen, dass man jeden Pfahl da, wo er aufsitzt, erst mit dem Stecheisen beräumt und die vorliegenden Knauer oder Steine mit Schlägel und Eisen wegarbeitet, ehe man ihn nachtreibt. Nur dann aber erst wird der Schacht wieder abgefüllt oder in demselben abgeteuft, wenn die Pfähle einige Zoll niedergetrieben worden sind, damit sich das nachdrückende Gestein nicht hereinschieben könne. Bei aller der Vorsicht wird doch das Gestein die Schwänze der Pfähle eher in den Schacht hinein-, als hinausdrängen wollen, um aber auch dieses zu verhindern, muss man die Pfähle gleich von oben herein schräg genug anstecken und sie bei jedem Vorräumen in den Stoss hineinweisen. Bei $1\frac{1}{2}$ Elle unter dem Ansteckgeviere wird ein Helfgeviere gelegt, welches, wie bei der Thürstockzimmerung, etwas stärker, auch länger und breiter seyn muss, als das obere Ansteckgeviere; weil nämlich die Pfähle bei dem folgenden Ansteckgeviere mit ihren Schwänzen um so viel aus der Schachtrichtung abstehen, als die Stärke der Pfähle und der Pfändungen, d. i. 6 bis 7 Zoll, bei dem nächstfolgenden Ansteckgeviere ausmacht, und weil doch das Helfgeviere zwischen den beiden Ansteckgevieren an den Pfählen stark anliegen muss. Das Legen und Justiren des Helfgevieres geschieht wie bei dem Ansteckgeviere; bei einem seigern Schachte kann man in allen vier Stössen, ist er aber flach, nur in den beiden kurzen Stössen ablothen, damit die Stösse nicht verzogen werden.

Nach Bezug des Helfgevieres kann der Schacht weiter abgefüllt oder abgesunken, die Pfähle beräumt und niedergetrieben werden; stände aber zu befürchten, dass sich das Helfgeviere senken möchte, weil es blos durch die Anpressung der Pfähle gehalten wird, so unterstützt man es mit Bolzen, die von Zeit zu Zeit mit andern ausgewechselt werden.

An einigen Orten ist es nöthig, erst ein ganz schwaches Helfgeviere, sodann aber nach Herstellung des ganzen Getriebes ein stärkeres einzusägen, welches geschieht, wenn man wegen nöthiger Stärke der ordentlichen Helfgeviere verhindert wird, das folgende Getriebe anzustecken.

Wenn die Pfähle so weit niedergetrieben sind, dass ihre Köpfe nur noch 3 bis 4 Zoll über das Ansteckgeviere hervorragen, so wird auf der Sohle des Schachtes an allen vier Stössen ein Schramm gehauen und ein neues Schachtgeviere völlig nach der Lage der beiden erstern, jedoch nur von etwa 4 Z. starkem Holze gelegt; dies heisst das Pfändegeviere. Es muss solches einstweilen die Stelle des zweiten Ansteckgevieres vertreten, und da es nicht wieder weggenommen werden kann, zugleich so weit und lang werden, dass das wahre Ansteckgeviere nebst den künftigen Pfählen hereinpasst, ohne in dem Schachtraume weiter, als das erste Ansteckgeviere, hereinzubauen.

Nach der Abpfändung folgt die Legung neuer Stempel. Man wird leicht einsehen, dass diese Arbeit sehr kritisch ist, wenn man bedenkt, dass die Stempel unter das Pfändegeviere zu liegen kommen müssen, was für einen Raum sie einnehmen und wie wenig Raum man aushauen darf, ohne solchen sogleich wieder zu verwahren.

Bei Schächten, wo der Druck nicht zu gross ist, teuft man eine halbe Elle ab, haut unter dem Pfändegeviere die Bühnlöcher und Anfälle in's Gestein und legt die Stempel ein. Bei Schächten hingegen, welchen man nicht viel Flucht lassen darf, muss an dem einen kurzen Stosse ein Vorgesümpf gemacht werden. Man muss hier mit vieler Behutsamkeit Bühnloch und Anfall in den langen Stössen hauen, den Stempel mit dem einen Ende in das Bühnloch setzen, mit dem andern aber von der Seite herumkommen, dass er an dem Anfall zu liegen kommt und sodann an dem zweiten kurzen Stosse ebenso verfahren. Während dieser Arbeit kann die Zimmerung jederzeit in drei Stössen aufruhen und also keinen Schaden leiden.

Sollte in dem Schachte, wo man einen Stempel anbringen muss, sehr rölliges Gestein seyn, oder gar Triebsand sich zeigen, so sucht man zwei Schwartenpfähle mit dem Stecheisen in die Höhe zu schieben, treibt unter demselben in söhliger Richtung andere Pfähle in den Triebsand hinüber und sichert sich dadurch, während der Legung des Stempels, vor dessen Hereindringen.

Die Stempel müssen jederzeit, wo nicht mit hölzernen Bühnlöchern, doch mit hölzernem Anfall oder Fusspfahl gelegt werden, weil man sie nur von der Seite anbringen kann. In der Lage müssen alle diese Stempel einander gleich seyn, in der Stärke aber nicht allemal; denn je weiter ein Stempel in's Hangende und Liegende hinausreichen muss, um so grösser wird seine Länge und folglich auch seine Stärke seyn müssen. Doch sind die Stempel immer paar- und paarweise einander in der Stärke gleich zu nehmen.

Sind die Stempel richtig gelegt, so fällt es nicht schwer, ein neues Ansteckgeviere gleich neben oder um das Pfändegeviere zu legen, die Pfähle vollends niederzutreiben und zwischen dem Pfände- und Ansteckgeviere auf's Neue mit Pfählen anzustecken. In den Winkeln können der Stempel wegen keine Schwartenpfähle von Oben hereingetrieben werden, man muss daher diesen Raum von der Seite mit Bretstücken zu verwahren wissen, damit dem rölligen Gebirge die Gelegenheit zum Hereinrollen benommen werde.

Zuletzt werden sowohl über als unter dem Helfgeviere in allen 4 Winkeln Bolzen untergesetzt, ja wenn die Jöcher sehr lang sind und das Gestein übermässigen Druck äussert, wird nicht nur zwischen dem Fahr- und Ziehschachte jedes Paar Jöcher mit einem Kehleinstriche voneinander getrieben, sondern auch zwischen den Jöchern in ihrer halben Länge noch besondere Bolzen eingesetzt, damit Alles einen genauen Zusammenhang erhalte.

In Rücksicht der Jöcher ist noch zu bemerken: dass man solche, wenn sie sehr lang sind und der übrigen Zimmerung wegen nicht gut in den Schacht hineingebracht werden können, aus zwei Stücken zusammensetzt, in der halben Länge, oder da, wo der Zieh- und Fahrschacht zusammenstossen, zusammenplattet und mittelst eines Kehleinstrichs an das Gestein antreibt.

Das nunmehr fertige Stück Schachtzimmerung von 3 Ellen wird ein Getriebe genannt und nun mit dem zweiten und dritten der übrigen Getriebe ebenso, wie mit diesem, verfahren. Es hat diese Arbeit die grösste Aehnlichkeit mit dem Abtreiben auf

Strecken, nur dass man hier nie, wie zuweilen dort geschehen konnte, der Helfgeviere entbehren kann, indem es der grössere Druck des Gebirges nicht zulässt. Ein Stück verlorne Schachtzimmerung im Zusammenhange stellt die 8. Fig. dar.

Ist man mit der Zimmerung auf festes Gestein gekommen, so wird Anstalt zur Legung der drei Haupttragestempel für den ganzen Schrot gemacht. Diese Stempel werden 18, 20 und mehr Zoll stark genommen, je nachdem sie lang seyn müssen und die zu tragende Last gross ist. Zwei von ihnen kommen in die kurzen Stösse und der dritte zwischen den Fahr- und Ziehschacht; für alle 3 aber müssen Bühnlöcher und Anfälle bis in's feste Gestein gehauen werden.

Das Abtreiben eines Schachtes, der ausgemauert werden soll, geschieht ebenso, nur dass man auf die Stärke der Mauer noch mehr Länge und Weite nehmen muss. In dergleichen Schächten sind aber die Jöcher vorzüglich mit Kehleinstrichen, welche von der Seite eingetrieben werden, zu verwahren und gleichsam auseinander zu spreizen, auch wohl zwischen diesen Kehleinstrichen und den Kappen, Fig. 9 einzubringen.

Wie es mit Hauung der Widerlagen zur Schachtmauerung gehalten wird, muss in den Werken über Schachtmauerung das Genauere nachgelesen werden; für hierher will ich nur bemerken, dass man auf das zuerst von Oben her eingelegte Ansteckgeviere, welches sich ein Paar Ellen unter dem Stosse befindet, in allen vier Winkeln Bolzen aufsetzt, ein Helfgeviere darauf bringt, sodann das oberste Ansteckgeviere mit seinen Tragestempeln legt, Alles äusserlich mit Schwartenpfählen verschüsst, dahinter mit Bergen gut und derb ausstürzt, das Uebergerüste wegnimmt und endlich den Haspel auf gewöhnliche Art aufsetzt.

Ich komme nun zum Bolzenschrot. Bei der Schachtzimmerung kommen drei Abänderungen des Bolzenschrotes vor. Die erstern beiden kommen in Tageschächten vor, welche von Unten heraus ausgezimmert werden, nachdem sie erst vorher von Oben nieder, aus den bei Behandlung des Abtreibens der Schächte angegebenen Gründen, in verlorne Zimmerung gesetzt worden waren; die dritte Abänderung aber wird in Schächten angewendet, welche sogleich von Oben nieder ausgezimmert werden können, ohne dass die verlorne Schachtzimmerung vorhergehen darf.

Das Verfahren bei ersterer ist kürzlich folgendes: Nachdem die 3 Haupttragestempel gelegt worden sind, so deckt man den Raum vom Hangenden und Liegenden mit runden Deckhölzern nach Art der Schussbühnen zu, jedoch nur so weit nach dem Lichten des Schachtes herein, dass die Geviere noch Raum haben; sodann kommt das erste Geviere zu liegen, welches ein verwandtes oder sogenanntes blindes Geviere ist, wobei nämlich, wie Fig. 10, die Gesichter nicht in Ebenen, welche rechtwinklich auf der Achse des Schachtes stehen, sondern in Ebenen, die parallel mit den vier Seitenflächen des Schachtes sind, Fig. 11 (siehe auch Fig. 3, Taf. 16), liegen. Die Ursache davon ist, weil man hier mehr den Seiten- als senkrechten Druck abwehren muss.

Auf dieses verwandte Geviere kommt nun zu liegen:

1) noch ein ordinäres Geviere, und auf dieses kommen
2) in allen vier Winkeln Bolzen von 1 bis 1¼ Elle Höhe, sodann folgt
3) ein Helfgeviere und
4) ein Pfändegeviere bei 1¼ Elle Höhe,
5) ein Helfgeviere und Bolzen von voriger Höhe und endlich
6) ein Ansteckgeviere.

Hinter den letzten Gevieren werden Schwartenpfähle angesteckt und der zwischen denselben und dem Gestein verbliebene Raum, nachdem die verlorne Zimmerung weggenommen worden, mit klaren Bergen möglichst gut ausgefüllt.

Diese Arbeit geht in der angeführten Ordnung, dass nämlich in 3 Ellen Höhe ein Helf- und ein Ansteckgeviere zu liegen kommt und hinter denselben mit Pfählen verschossen wird, welches zusammen ein Getriebe ausmacht, bis an die Hängebank fort; nur dass bei 1 oder $1\frac{1}{2}$ Fahrt Höhe ein Paar gewöhnliche Stempel zu liegen kommen.

Die zweite Abänderung des Bolzenschrots wird ebenfalls zur Auszimmerung von Unten heraus, nachdem der Schacht abgetrieben und die Haupttragestempel gelegt worden, gebraucht. Hier wird ebenfalls zuerst ein blindes Geviere auf die Haupttragestempel, sodann ein ordentliches Geviere, auf welches Bolzen kommen etc., gelegt. Bei 3 Ellen Höhe aber kommen über den Tragestempeln, wo das Pfändegeviere liegen sollte, zwei ordentliche Geviere übereinander, und die Pfähle zum künftigen Getriebe werden auf die untern Pfähle, Fig. 12 *a, b*, stumpf aufgesetzt. Uebrigens bringt man auch hier aller 12 bis 18 Ellen gewöhnliche Tragestempel an. Diese Art Bolzenschrot unterscheidet sich also von der vorhergehenden darin, dass man auf den Wechseln der Pfähle keine Pfändung, sondern doppelte Geviere legt und überdies bei jedem Getriebe richtige 3 Ellen Höhe bekömmt.

Bei der Schachtzimmerung von Unten heraus muss allezeit erst von Oben hinein verloren abgetrieben, diese verlorne Zimmerung aber auch allemal wieder weggenommen werden, sowie die ordentliche Zimmerung von Unten in die Höhe rückt; damit man eines Theils Holz und Schwarten wieder anderwärts brauchen könne, andern Theils aber auch, dass bei künftiger Faulung dieses versteckten Holzwerks keine leeren Räume entstehen, welche verursachen könnten, dass das Gebirge von allen Seiten hereinrollte und den Schacht zusammendrückte.

Dieses Herausreissen der verlornen Zimmerung aber macht zuweilen grosse Schwierigkeiten und ist daher schwer zu bewerkstelligen. Eine genaue Beschreibung aller dabei vorkommenden Umstände würde jedoch sehr weitläuftig ausfallen; folglich werde ich hiervon nur das Nöthigste beizubringen und die allgemeinen Regeln davon zu bemerken suchen.

Die Schwänze der Pfähle von dem untersten Getriebe der verlornen Schachtzimmerung müssen 4 bis 6 Zoll unter dem untersten Geviere vorstehen, damit man solche mit der bleibenden Zimmerung abfangen könne. Sind nun die Pfähle abgefangen, so schlägt man die untersten Tragestempel und das unterste Geviere, Fig. 8, mit Behutsamkeit heraus und schiebt mit dem Stecheisen oder der Brechstange die Pfähle der verlornen Zimmerung Stück für Stück einige Zoll in die Höhe, indem man oben ihre Pfändekeile zugleich herausschlägt; sodann setzt man ein neues Schachtgetriebe auf, nimmt die alten verlornen Schachtgeviere nebst Stempel und Pfählen nach und nach heraus, ohne dem Gebirge Gelegenheit zum Hereinrollen zu geben. Sollten die Stempel der verlornen Zimmerung nicht herausgeschlagen werden können, so müssen sie mit der Säge herausgeschnitten werden. Das unterste Geviere nebst dem Stempel verursacht die meiste Schwierigkeit und muss zuweilen wohl gar stecken gelassen werden; die übrigen lassen sich leichter herausbringen.

Ist der Druck aus dem Hangenden und Liegenden sehr stark, so wird bei dem Bolzenschrot ein Kehleinstrich zwischen den Zieh- und Fahrschacht in jedes Geviere,

ausserdem aber, damit die Seitentonnenbreter angeschlagen werden können, Fig. 11 *a* nur alle 3 Ellen gelegt.

Sowie man mit dem Bolzenschrote von 6 zu 6 Ellen von Unten herausgekommen ist, wird im Ziehschachte das Tonnenfach und im Fahrschachte die Fahrung mit herausgeholt, damit, wenn das oberste Geviere auf der Kausohle gelegt wird, auch zugleich die ganze Schachtzimmerung fertig sey und man sogleich den Haspel aufsetzen könne.

Die dritte Abänderung des Bolzenschrots kommt ganz mit der oben beschriebenen verlornen Zimmerung überein, nur dass man dabei das Ueberrüsten ersparen und das oberste Ansteckgeviere auf den blossen Rasen hinlegen kann; auch nicht soviel Länge und Weite des Schachtes, folglich auch nicht so starkes Holz zu nehmen nöthig hat, als dort geschehen musste. Man bedient sich dieses Bolzenschrotes bei abzusinkenden Tageschächten, welche im ganzen Gesteine, nach der vom Markscheider angegebenen Richtung, niedergebracht werden, und welche nur soviel Seidendruck haben, dass eine jede andere Art von Bolzenschrot ihn abhalten würde, d. h., wo man nicht nöthig hat, ganzen Schrot oder Mauerung einzubringen.

Da ich nun in dem Obenangeführten der Manipulation bei der verlornen Schachtzimmerung ausführlich genug gedacht habe und solche in allen Stücken mit dieser Bolzenschrotzimmerung übereinkommt, so werde ich mich dabei nicht länger verweilen, sondern blos noch erwähnen, dass die 8. Fig., welche ein Stück verlorne Zimmerung darstellt, zugleich ein Stück Bolzenschrot vorstellen kann, wenn man sich nur einen grösseren Maassstab dabei denkt, d. i., Jöcher und Kappen sich weniger lang vorstellt.

Es haben Einige geglaubt, dass jeder Schacht doppelte Zimmerung, eine verlorne und wirkliche, verlange und desshalb dem Bergbaue den Vorwurf der Holzverschwendung machen wollen, auch sich bemüht, eine solche Zimmerungsart zu erfinden, die man nicht nöthig habe, wieder herauszureissen und eine bleibende an deren Stelle zu setzen. Hoffentlich werden sich diese Herren nun überzeugen, dass für eine solche Zimmerung, mittelst welcher man von Oben niedergeht, und die nicht wieder weggenommen werden darf, gesorgt sey.

Ganzer Schrot. Die Zimmerungsart ganzer Schrot, Fig. 13, unterscheidet sich von den drei Abänderungen des Bolzenschrots darin, dass keine senkrechten Bolzen in die Winkel des Schachtes gesetzt werden, sondern Geviere auf Geviere zu liegen kommt, und dass man damit nie von Oben herein, sondern allezeit von Unten herauf gehen muss.

Die Vorbereitung und Basis hierzu ist wie bei den ersten beiden Arten des Bolzenschrotes; es werden nämlich 3 Hauptttragestempel und darauf ein verwandtes oder blindes Geviere gelegt. Die übrige Construction ergiebt sich aus der angeführten 13. Fig. Die verlorne Zimmerung wird ebenfalls, wie dort, nach und nach herausgenommen, der leere Raum mit Bergen wohl ausgesetzt, Tonnenfach und Fahrung hineingebracht, und wenn der Druck sehr stark ist, bei jedem Geviere, ausserdem aber nur alle 3 Ellen, ein Kehleinstrich gelegt.

Da das Schachtholz keineswegs cylindrisch, sondern mehr kegelförmig ist, so muss man, um dem Schachte in allen Theilen gleiches Streichen und Fallen oder einen parallelepipedischen Raum zu geben, sowohl bei den Jöchern als Kappen mit den starken und schwachen Enden des Holzes gegeneinander abwechseln.

In Ansehung der Haupttragestempel will ich hier auch noch bemerken, dass man ihnen sowohl bei'm Bolzen- als ganzen Schrote nicht gern mehr, als zwei Fahrten, anvertraut; soll ein Schacht tiefer, als zwei Fahrten, ausgezimmert werden, so legt man in der halben Teufe wieder dergleichen ein; ja man hat Schächte, wo dreimal Tragestempel gelegt worden sind.

Die ganze Schrotzimmerung ist mehr im Stande, den Seitendruck abzuhalten, als Bolzenschrot, nimmt sich auch besser aus, als dieser; demohngeachtet ist nicht zu leugnen, dass man sie, soviel als möglich, zu vermeiden sucht, weil man zu deren Herstellung selbst mehr Holz bedarf, auch zur verlornen Zimmerung viel Holz verschneiden muss, das man nur etwa zur Hälfte wieder gebrauchen kann; weil sie ferner bei ihrer Anfertigung doppelte Arbeit und Zeit erfordert und keiner Auswechselung des Holzes fähig ist, indem die einzige Reparatur, die man bei solcher vornehmen kann, nur mit den Wandruthen möglich ist. Ja sie hat noch mehr Unvollkommenheiten, die ihren häufigen Gebrauch nicht anrathen: man muss nämlich durch die verlorne Zimmerung das Gebirge in mehrerer Länge und Weite durchschneiden und dadurch natürlich mehrere Theile desselben rege machen, welche auch durch die genaueste Einrammlung hinter dem Schrote in kein so festes Continuum wieder gebracht werden können; auch muss man befürchten, dass das sich berührende Holz, wenn ein Stück faulig wird, einander ansteckt. In Sachsen lässt man alle diese Umstände nicht ausser Acht und setzt daher die Schächte lieber in Bolzenschrot, oder, wenn der Druck zu stark ist, in Mauerung.

Sowohl bei der Bolzen- als Ganzenschrotzimmerung hat man zuweilen nur in einem der langen Stösse Jöcher zu legen nöthig, weil in dem andern, gewöhnlich im Liegenden, das Gestein fest und haltbar ist. Man macht also ein Ersparniss an Arbeit sowohl, als an Holz und zimmert nur die beiden kurzen Stösse und den einen langen Stoss aus. Dieses heisst man mit halben Gevieren auszimmern; die Kappen werden mit der einen Stirne, wie Fig. 14, an das ganze Gestein angesetzt.

Stossverschiessen. Das Stossverschiessen kann nicht nur bei Schächten, wo der Gang in beiden kurzen Stössen abgebauet ist, sondern auch bei andern, wo der Gang sehr lettig und gebräch, vorfallen. Bei der Bolzen- und Ganzenschrotzimmerung sind die kurzen Stösse gleich selbst mit verwahrt worden; man bedarf hier also keines besondern Stossverschiessens. Allein die Bolzen- und ganze Schrotzimmerung kommt auch nur in Tageschächten vor, und für die andern Schächte muss man die Stösse, wenn sie nicht von selbst stehen wollen, besonders verschiessen.

Das Stossverschiessen bei Schächten ist im Grunde das, was auf seigern Strecken das Verziehen der Firste ist. Man legt also in den Stössen ausserhalb des Zieh- und Fahrschachtes und ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Elle Abstand von, oder über ein Stempel und zwar sowohl rechtwinklich mit dem Streichen, als auch Fallen des Ganges und verschiesst dahinter mit Schwartenpfählen von 3 Ellen Länge, welche aus den Wechseln 4 bis 6 Zoll übereinander greifen. Diese Stossstempel werden in Bühnloch und Anfall gelegt, wie jeder andere Stempel, die lange Ecke bei dem Anfalle aber kommt nicht über, sondern neben die kurze Ecke zu liegen, wie man aus dem im Grundrisse gelegten Schachte, Fig. 15, bei *a* und *b* ersehen kann. Es ist solches allerdings dem Endzwecke dieser Stempel angemessen, damit sie nicht von den verkästeten Bergen herausgenommen werden können.

Das Abfangen einzelner Wände in Schächten. Ist die sich losgezogen habende Schale des Gesteins nicht sonderlich gross und gleich zwischen dem Fahr-

und Förderschachte, so leisten die Einstriche ihre Dienste als Stempel; auch können noch andere Stempel dazwischen hineingelegt werden. Ist aber die losgezogene Wand in der Mitte des langen Schachtstosses, so würde, wenn man einen oder mehrere Stempel in das Lichte des Schachtes legen wollte, die Förderung gehindert werden. Man legt daher in jeden kurzen Stoss sowohl, als zwischen dem Fahr- und Ziehschachte einen Stempel *a b c*, Fig. 16, auf diesen aber in dem langen Stosse ein Joch *d*, fängt es mit zwei oder drei Kehleinstrichen *e*, *f* und *g* ab und verschiesst entweder den Stoss mit gewöhnlichen Schwartenpfählen, oder treibt starke Pfändekeile zwischen das Joch und die flüchtige Wand hinein. Auf diese Art wird zwar der Schwerpunct nicht in die Achse eines der Stempel und Einstriche fallen, allein es wird doch die Wand in vielen Puncten auf das Joch aufzuliegen kommen und dadurch in Ruhe erhalten werden. Ist die Schale gross, so werden mehrere dergleichen Jöcher angeworfen, um sie überall abzufangen; ja auf flachen Gängen, wenn das Hangende sehr schmierklüftig ist, findet man Schächte, wo alle 3 Ellen untereinander ein dergleichen Joch liegt. Es sieht ein solcher Schacht sodann aus, als wenn man Schrot von halben Gevieren hineingebracht hätte.

S c h a c h t s c h e i d e r. Nicht selten wird dem Zimmerlinge aufgetragen, einen „Schachtscheider" zwischen den Fahr- und Förderschacht einzubringen, damit die einfallenden und ausziehenden Wetter sich nicht aneinanderstossen. Die Vorrichtung besteht darin, dass man an die Einstriche, wo sonst die Seitentonnen angeschlagen sind, Beschlagebreter dicht aneinander nagelt, auch die bleibenden Spalten, sowohl bei den Bretern unter sich selbst, als zwischen den Bretern und dem Gestein, mit Lettenmehl verstreicht, oder mit Werg und Theer kalfatert, damit keine Luft aus dem einen Canale in den andern treten könne. Wir kommen noch auf die Schachtscheider zurück.

W e h r s t e m p e l. Wehrstempel sind runde Hölzer, Fig. 17, von 4 bis $4\frac{1}{2}$ Zoll Stärke und 3 bis $3\frac{1}{2}$ Ellen Länge, welche an beiden Seiten einen eisernen Ring haben und in einem besondern Pfadeisen beweglich sind. Sie werden gebraucht, wenn ein Schacht, der, z. B., von Oben herein 80 Grad Fallen hatte, weiter nieder zu aber solches verändert und etwa 70 behält. Da, wo nun der Schacht gebrochen ist, wird ein solcher Wehrstempel im Hangenden des Schachtes auf zwei Einstrichen angebracht, um dadurch die Friction des Seils an dem Gesteine zu vermindern, mithin solchen eine desto längere Dauer zu verschaffen.

A u s w e c h s e l u n g d e r S c h a c h t z i m m e r u n g. Eine genaue Aufmerksamkeit auf die jedesmalige Ausbesserung der Schächte darf auch nicht ausser Acht gelassen werden. Man kann hier das allgemeine Princip zum Grunde legen und anwenden: dass man, jemehr Kosten mit der wirklichen Darstellung einer Anlage verbunden sind, um somehr die Entschädigung dafür in der längstmöglichsten Benutzung derselben suchen muss. Die Benutzung aber ist mehr oder weniger zu erwarten, je sorgfältiger oder nachlässiger man grössern Schäden durch zeitige Ausbesserung der geringern vorzubeugen sucht. Der zunächst liegende Nutzen einer genauen Aufsicht bei ausgezimmerten oder ausgemauerten Grubengebäuden besteht daher in der längstmöglichsten Dauer derselben; nicht zu erwähnen, dass unter der Zeit die Arbeit ungehindert fortgesetzt werden kann.

Da also die Ausbesserung der Schächte so unvermeidlich, als nöthig, ist, so würde ich hier ein weites Feld haben, alle dabei möglichen Fälle anzuführen und für jeden die anzuwendenden Vorkehrungen zu bestimmen. Allein dies ist ohne grosse

Weitläuftigkeit nicht möglich, und überdies sind die Hauptfälle, oder vielmehr die bei'm Aus- und Einwechseln der verschiedenen Gezimmer zu beobachtenden Regeln schon oben bei Behandlung der Streckenzimmerung und deren Reparaturen angeführt worden, die vorzüglich darin bestehen: entweder das alte Stück, wenn es die Umstände erlauben, bei Anbringung eines Hülfsstücks mit stehen zu lassen, oder aber das alte auszuschlagen und ein anderes an dessen Stelle zu bringen. Es wird daher genug seyn, für die Schächte hier nur noch einige besondere Fälle nachzuholen.

a) Ein Geviere aus dem Bolzenschrot auszunehmen und einzuwechseln, geschieht folgender Gestalt:

Man setzt von dem darunter liegenden Geviere an das darüber liegende vier Spreitzen oder Bolzen, schiefen Kehleinstrichen gleich, so fest, als nur möglich. Ganz natürlich muss das darüber oder darunter liegende Geviere, wenigstens das letztere, von so guter Beschaffenheit seyn, dass man ihm den Dienst des auszuwechselnden Gevieres übertragen oder anvertrauen kann.

Jene vier Spreitzen oder Kehleinstriche müssen hierauf so gesetzt werden, dass sie sich, Fig. 18, in ihren Richtungen durchkreuzen; zwei davon, *a b* und *c d*, werden nämlich auf das untere Geviere im Liegenden aufgesetzt und an das obere im Hangenden angespreitzt; die andern beiden, *e f* und *g h*, hingegen auf das untere Geviere im Hangenden aufgesetzt und an das obere im Liegenden gespreitzt.

Nachdem dieses geschehen, kann man füglich das Mittelgeviere mit Behutsamkeit wegnehmen und mit einem neuen vertauschen. Das Einwechseln der Schwartenpfähle aber kann nun auch geschehen, wenn man entweder mit dem Stecheisen einen nach dem andern herausschiebt und einen neuen hineintreibt, oder solche von der Seite hineinzubringen sucht.

b) Ist der Schacht, er stehe nun in Bolzen- oder ganzem Schrote, in allen seinen Theilen so wandelbar, dass man keine partielle Auswechselung der Geviere vornehmen kann, so bringt man Wandruthen an. Dieses sind, Fig. 19, vierkantige Hölzer *a, b* und *c, d*, welche 6 bis 8 Zoll stark und 6 Ellen lang sind, im Hangenden und Liegenden des Schachtes an die Jöcher angelegt, unten aber auf besondere Tragestempel gesetzt und mittelst Einstrichen auseinander gespannt werden, damit sie sich auf keine Weise von ihrer Stelle begeben können.

Eine Reihe dergleichen Wandruthen können in einem Schachte zwei-, drei-, ja viermal angebracht werden, jenachdem es die Länge des Schachtes erlaubt; nämlich eine Reihe in der halben Länge des Ziehschachtes, eine an jedem kurzen Stosse und eine an die Stelle der ausgeschlagenen gewöhnlichen Einstriche, zwischen dem Fahr- und Ziehschachte. Doch wird man, wegen Ermangelung der nöthigen Schachtlänge, selten mehr, als zwei Reihen, anbringen können.

Bei allen in Schächten vorfallenden Arbeiten müssen sich die Zimmerlinge besondere Bühnen schlagen, worauf sie treten und hanthieren können. Diese Bühnen fertigt man, indem man Pfosten von Spindebretern auf schon vorhandene Einstriche legt, oder erst besondere Spreitzen im Schachte anbringt, um darauf die Pfosten oder Breter zu legen. Ein einfacher Ueberschuss aber wird leichter vorgerichtet, wenn man nur eine einzige Pfoste über den Schacht legt, um nothdürftig darüber hin- und herfahren zu können. Dass übrigens alle dergleichen Vorrichtungen, und vorzüglich erstere, mit

aller Genauigkeit gemacht werden müssen, bedarf keiner Erwähnung, da das Leben der Arbeiter davon abhängt.

Das Verdämmen von seigern Schächten, die in festem Gestein abgeteuft sind.

In Belgien und im nördlichen Frankreich geschieht das Verdämmen oder die Abdämmung der Wasser *(cuvelage)* mit Eichenholz; in den Steinkohlengruben des nördlichen England's besteht sie aus Holz, häufig aber auch aus Gusseisen; in verschiedenen andern Grafschaften England's bewirkt man sie auch durch eine Ziegelsteinmauerung mit einem guten Wassermörtel oder mit römischem Cement.

Unter welchen Umständen die Abdämmung angewendet wird. Ebenso wie auf die Zurückhaltung der Wasser gleich bei dem Absinken der Schächte in wasserreichen Schichten, wovon wir weiter unten reden werden, Bedacht genommen wird, so sucht man dieselben auch in Schächten, nach deren Vollendung, und besonders in dem Kohlengebirge selbst, abzudämmen. Die Schichten desselben sind theils so klüftig und von so poröser Beschaffenheit, dass sie die Wasser fallen lassen, wie die meisten Sandsteinlagen, theils geschlossen und dicht, so dass die Wasser theilweise oder gänzlich zurückgehalten werden; auch kommen Gesteinsscheiden zwischen ziemlich wasserhaltenden Bänken vor, welche grossen Wasserquantitäten zur Fortleitung dienen. Diese Schichten stehen an ihrem Ausgehenden mit der Oberfläche, mit den Bächen und Flüssen in Verbindung, und diejenigen, welche vom Wasser durchdrungen werden oder klüftig sind, führen daher einem Schachte, der sie in grösserer oder geringerer Teufe durchschneidet, verhältnissmässig grosse Wassermengen zu. Liegen zwischen diesen Schichten und dem vom Schachte aus abzubauenden Flötze ziemlich mächtige, die Wasser zurückhaltende Schieferthonlagen, und so weit von diesen entfernt, dass sie bei dem nachfolgenden Abbaue ganz bleiben und nicht zu Bruche gehen: so lässt sich mit grossem Vortheil eine Abdämmung des Schachtes anbringen. Ist der Schacht selbst von einer solchen dichten Schicht wasserhaltig, bis zum natürlichen Niveau der Wasser, gemacht, so werden die untern Flötze gänzlich abgebauet werden können, ohne dass es nöthig ist, die Wasser, welche von der obern Schicht eingesaugt werden, fortdauernd zu heben. Die Wasserhaltung wird sich daher nur auf diejenigen Wasser zu erstrekken brauchen, welche am Ausgehenden der Kohlenflötze selbst, derjenigen Schichten, welche zu Bruch gebauet werden, und derjenigen Klüfte eindringen, die mit den Grubenbauen durchfahren werden, woraus eine sehr wesentliche Erleichterung für die gesammte Wasserhaltung entsteht. Dieses Verhalten ist aber nur da anwendbar und Vortheil bringend, wo in einer sehr grossen Tiefe nicht sehr mächtige Flötze, die noch dazu ein ziemlich schwaches Fallen haben müssen, abgebauet werden sollen. Unter solchen Verhältnissen bedient man sich auch in Lüttich dieser Methode, die Wasserhaltung tiefer Gruben zu erleichtern *), und sie ist auf den tiefen Kohlengruben in Northumberland, Cumberland und Durham ganz allgemein in Anwendung. In ihrem Principe stimmt sie ganz mit der Abdämmungsarbeit überein, welche in den Gruben zu Valenciennes in Anwendung kommt *(picotage* und *cuvelage)*, und hat damit auch bisweilen viele Aehnlichkeit, wenn sie durch ganze Schrotzimmerung von Eichenholz hergestellt

*) Karsten's Archiv, 1. Reihe, Bd. X, S. 125.

wird. Gewöhnlich wird dies Abdämmen aber durch hölzerne oder gusseiserne Cylinder, wie bei'm Senken, wovon wir weiter unten reden werden, hergestellt.

Während des Abteufens im Kohlengebirge werden die Wasserzuflüsse im Schachte sorgfältig an denjenigen Puncten, wo sie hervortreten, gemessen, um sich über die Beschaffenheit derselben und über ihr Gleichbleiben oder Abnehmen Gewissheit zu verschaffen. Die Zuflüsse abzudämmen, welche schon während des fortgehenden Abdämmens sich vermindern, würde zwecklos seyn, da sie entweder ganz ablaufen, oder an andern Stellen wieder hervortreten.

Allgemeines Verfahren bei'm Abdämmen. Das Abdämmen muss immer in einer wasserhaltenden Schicht angefangen werden. Die Stärke der anzuwendenden Materialien richtet sich nach der Höhe des Wasserdrucks; dieser muss immer von dem Anfangspuncte der Verdämmung bis zu Tage gerechnet werden. Der Schacht wird so weit, als die Verdämmung reichen soll, erweitert; für hölzerne Cylinder am Meisten, für gusseiserne am Wenigsten. Der Absatz der Erweiterung wird oben und unten so genau, als möglich, mit Schlägel und Eisen zugeführt, wozu man besonders recht geschlossene dichte Schichten aussucht. Auf dem untern Absatze der Erweiterung wird eine Lage von Werg, oder von dünnen, sehr reinen fichtenen Bretern gelegt, die mit ihren Längenfasern dem Radius parallel, mit der Stirn nach dem Innern des Schachtes sehen. Hierauf wird der Keilkranz (Keiljoch, Picotagejoch, *Wedging crib*, engl.) gelegt, welcher aus einzelnen genau nach dem Radius gearbeiteten, 10 Zoll starken und 6 Zoll hohen Stücken Eichenholz besteht. Um dieselben recht bündig zu machen, werden dünne Bretchen mit der Stirn nach dem Innern des Schachtes dazwischen gelegt. Der Raum hinter dem Kranze bis an das Gestein, von etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll Breite, wird mit ähnlichen, stirnweise gelegten Bretern ausgefüllt und dann werden Keile eingetrieben. Zu dem Ende macht man mit einer stählernen Spitze Oeffnungen in die Holzmasse und treibt Keile in dieselbe, welche Arbeit man so lange fortsetzt, als es noch möglich ist, solche Oeffnungen darin zu erzwingen. Durch eine solche Verkeilung dringt kein Wasser der Tiefe zu. In einer Höhe von 10 bis 12 Fuss über diesem verkeilten Kranze wird ein anderer schwächerer gelegt, der nur zur Befestigung der Verdämmungsbohlen dient, Nagelkranz (*spiking crib*, engl.) genannt. Die Verdämmungsbohlen, von 3 Zoll Stärke, 6 Z. Breite, werden auf dünnen Bretchen auf den untern Kranz aufgesetzt, dicht zusammengedrückt, schliessen wie ein Fass und werden an den obern Kranz festgenagelt. Die beiden zuletzt eingesetzten Bohlen sind nicht nach dem Radius gearbeitet, sondern so, dass eine gerade zugerichtete Bohle hineingetrieben werden kann. Die Bretchen unter diesen Bohlen werden alsdann festgekeilt, ebenso die in den Wechseln des untern Kranzes liegenden, und nun die innern Kränze angebracht, welche den Verdämmungsbohlen erst Festigkeit gewähren. Der unterste derselben wird unmittelbar auf den verkeilten Kranz aufgesetzt. Die Entfernung dieser Hauptkränze voneinander richtet sich nach dem Wasserdrucke. Zu Unterst liegen sie am Nächsten. Die Bohlen werden genau in der Mitte der Stärke des obern Kranzes abgeschnitten, um den nächstfolgenden Umgang darauf zu setzen. Auf diese Weise wird die Schicht entweder bis zu der nächstobern wasserhaltenden Schicht, oder bis zu dem natürlichen Wasserniveau herauf abgedämmt. Im ersten Falle wird auch gegen den obern Rand der Erweiterung ein verkeilter Kranz angebracht, welcher dieselben Dienste, wie der untere, leistet und eine wasserdichte Verbindung zwischen dem obern Gesteine und der darunter folgenden Zimmerung hervorzubringen

bestimmt ist. Während der Arbeit lässt man in dem untern Kranze ein Loch zum freien Abflusse der Wasser in den Schacht, damit dieselben die Abdämmung nicht hindern. Nach der Vollendung wird dies zugepflöckt, und die Wassersäule geht nun hinter der Zimmerung auf. Das Knacken des Holzes giebt den Druck zu erkennen, der darauf zu wirken beginnt; feine Wasserstrahlen zeigen sich durch die Fugen dringend, hören aber auf, wenn das Holz quillt. Ein Kalfatern der Zimmerung, wie zu Valenciennes *), wird gewöhnlich nicht angewendet. Der innere Raum des Schachtes wird nun mit 1¼zölligen Bretern verdohnt, welche an den Hauptkränzen angenagelt werden, und diese sowohl gegen Beschädigungen schützen, als auch den weitern Gebrauch des Schachtes durch Herstellung geraden Stosses erleichtern.

Beschreibung des wasserführenden Gebirges über der Steinkohlenformation im französischen Norddepartement. Die Fig. 7, Taf. 16, stellt den Durchschnitt des der untern tertiären und der Kreideformation angehörenden hangenden Gebirges von dem Steinkohlengebirge im Norddepartement vor. Die Mächtigkeit desselben beträgt 30 bis 100 und selbst bis 150 Meter; häufig 60 Met., wie die Fig. 7 zeigt.

Der unmittelbar unter der Dammerde vorkommende Sand ist nur in deren Nähe lose und wird in geringer Tiefe fest. Die abwechselnden Schichten von Mergel mit oder ohne Kiesel und von Thon, welche unter diesem Sande abgelagert sind, sind ebensowenig lose. Sie müssen mit der Keilhaue gewonnen werden und stehen leicht auf einer ziemlich bedeutenden Höhe, wenn sie mit einer leichten Zimmerung versehen werden. Die darunter folgende mächtige Thonbank ist undurchdringlich für die Wasser und ist von dem Steinkohlengebirge nur durch ein Conglomerat, von den dortigen Bergleuten *Tourtia* genannt, getrennt. Gewöhnlich ist diese Schicht fest und führt keine Wasser, allein an manchen Orten ist sie durch einen ganz losen Sand ersetzt, der dann auch wasserführend ist. Im erstern, gewöhnlichern Falle werden die Keiljoche in den untern Schichten der Kreide angebracht, wenn dieselben nicht zerklüftet sind und kein Wasser enthalten, oder in dem obern Theile des grünen Thons, welche alle obern Wasser aufhält. Wenn die feste Tourtia durch losen, wasserführenden Sand ersetzt ist, so muss eine zweite Abdämmung in demselben angebracht werden, deren Keiljoch in dem Steinkohlengebirge selbst und deren oberster Kranz in dem Thone über dem Sande angebracht wird. Die Herstellung dieser zweiten Abdämmung ist schwieriger, als die der ersten, indem der Sand sehr schwimmend ist. Wir beschreiben zuvörderst die dann angewendete Methode, wenn die Tourtia fest und trocken ist.

Die Cuvelages im Norddepartement. Der innere Durchschnitt eines mit Abdämmung versehenen Schachtes ist gewöhnlich ein regelmässiges Zehneck von ohngefähr 3 Met. Durchmesser (des umschreibenden Kreises). Die Cuvelage besteht aus aufeinandergelegten zehneckigen Kränzen, die auf ihren Flächen gehörig abgehobelt worden sind. Die Stücke eines und desselben Kranzes sind nicht aneinander gefügt, sondern nur nebeneinander gelegt. Die Höhe eines Kranzes beträgt je nach den Dimensionen des dazu benutzten Holzes 0,25 bis 0,50 Met. (9 bis 17 Zoll). Die Stärke ist nach dem Drucke des Wassers und daher nach der Tiefe, in welcher das Joch angebracht werden soll, verschieden. Die im Norddepartement befolgte, auf der Erfahrung beruhende Regel ist die folgende:

*) Karsten's Archiv, 1. Reihe, Bd. IX, S. 209—215.

Die Stärke des Holzes beträgt:

Von	0	bis	15	Met. Tiefe unter Tage		0,11 Met.
-	15	-	30	- - - -		0,12 -
-	30	-	40	- - - -		0,13 -
-	40	-	50	- - - -		0,14 -
-	50	-	55	- - - -		0,15 -
-	55	-	60	- - - -		0,16 -

Das Holz muss ganz gesund, ohne Aeste und Risse und gänzlich entborkt seyn. Die Kränze werden über Tage zugerichtet, durch Tischler auf einer grossen Tafel aneinander gefügt, nummerirt und zwei übereinander liegende Stücke, das eine mit zwei konischen Pflöcken und das andere mit zwei konischen Löchern versehen. Im Schachte werden die Kränze in derselben Ordnung aneinander gelegt, wie sie über Tage aneinander gefugt wurden.

Die Stücke des untersten Kranzes (Tragekranzes) haben dieselbe Form, als die übrigen, allein sie sind 0,20 bis 0,22 Met. hoch und ihre stets bedeutendere Stärke beträgt 0,22 bis 0,26 Met., jenachdem sie 30 oder 60 Met. unter Tage liegen. In noch grössern Tiefen macht man diese Keilkränze noch stärker.

Das angewendete Eichenholz ist erst 3 oder 4 Monate vorher geschlagen und ist daher noch frisch.

Hr. Ingen. Turbert nimmt an, dass zu 1 Cubikm. geschnittenem Holze, so dass es zur Abdämmung gebraucht werden könne, 1,7 C. M. rohes Eichenholz erforderlich sey. Das Cubikmeter von dem letztern kostet etwa 90 Fr. im Norddepartement, so dass die Kosten des Holzes zu 1 C. M. der zugerichteten Stücke fast 153 Fr. betragen. Das Zerschneiden der Bäume zu den starken Bohlen kostet das Cubikm. 7,50 Fr., und die Tischler werden für das Zurichten des Holzes für das laufende Met. und 1 Centim. Stärke mit 1 Fr. bezahlt.

Ehe man das Schachtabteufen beginnt, legt man auf die Oberfläche zwei, etwa 12 Met. lange und 0,30 Met. starke Rüstbäume, parallel und in gleicher Entfernung von der Schachtachse. Darauf legt man zwei andere, senkrecht auf die erstern und in gleicher Entfernung von der Achse des Schachtes, so dass der innere, von diesen 4 Bäumen umschlossene Raum ein Quadrat oder ein Rechteck ist, welches für einen mit Abdämmung zu versehenden Schacht, deren Zehneck 2,90 Met. im Durchmesser hat, 3,15 und 3 Met. beträgt. Um der Rüstung mehr Auflagerungsfläche zu geben, welches bei der rölligen Beschaffenheit des Sandes unter der Dammerde erforderlich ist, schiebt man unter die überstehenden Enden der Rüstbäume 3,75 Met. lange und 0,03 Zoll starke Bohlen.

Man beginnt nun in dem Innern des Rechtecks das Abteufen des Schachtes, welches mit Hülfe einer verlornen Zimmerung oder selbst mit Getriebe geschehen muss, bis man zu dem festen Sande gelangt ist. Man legt zu dem Ende von Meter zu Meter rechtwinkliche Geviere lothrecht übereinander, ladet hinter ihnen mit Bretern aus und nagelt Latten auf die Fugen derselben, um das Durchfallen des Sandes zu verhüten. Ist man 2 bis 3 Meter tief in den festen Sand gelangt, so schreitet man zum Abdämmen des obern Theils von dem Schachte.

Zu dem Ende wird ein Kranz von der Form eines gleichseitigen Zehnecks mit seinem Mittelpuncte genau in den Mittelpunct des Schachtes, zwischen die Rüstbäume gelegt und in jeden Winkel desselben ein Loth angehängt, welche bis auf die Schacht-

sohle reichen. Diese Lothe bestimmen die Winkel der Kränze und dienen den Arbeitern als Anhaltspuncte, um in dem festen Grünsande dem Schachte eine zehneckige Form zu geben. An einem möglichst festen und sehr eben gemachten Puncte werden alsdann die einzelnen Theile des Tragekranzes (hier *trousse*) gelegt und durch Keile, welche man zwischen ihnen und den Schachtstössen eintreibt, zu einem geschlossenen Ganzen zusammengetrieben. Das Verkeilen muss von allen Seiten sehr gleichförmig geschehen, und die vorstehenden Köpfe der Keile werden sehr gleich abgemeisselt und mit dem Hobel abgeschlichtet, so dass oben eine sehr ebene Fläche erscheint. Das Verkeilen, hier *colletage* genannt, muss aber so lange fortgesetzt werden, als nur noch irgend ein Keil anzubringen ist. Die Keile bestehen aus sehr trocknem weichen Holze; sie sind etwa 0,22 Met. lang, 0,08 Met. breit und am Kopfe 0,02 Met. stark. Das Eintreiben der Keile geschieht abwechselnd von Oben nieder oder von Unten herauf. Die senkrechten Fugen des Kranzes sind nun undurchdringlich geworden, allein die Verkeilung bildet keine so feste Masse, als dass nicht Wasser in dieselbe und zwischen ihr und dem Gebirge eindringen sollte. Auf die sehr ebene Oberfläche des Kranzes und seiner Verkeilung wird nun ein zweiter Kranz (*trousse picotée*, Keilkranz genannt) gelegt, welcher noch sorgfältiger mit den Stössen verkeilt werden muss, als der erste oder Tragekranz (*trousse colletée*), welcher jenem nur zur Unterlage dient.

Die Stücke dieses zweiten Kranzes haben übrigens dieselben Dimensionen, wie die des ersten, d. h., sie sind 0,22 Met. dick. Hinter jedes Stück wird ein Bretchen von trocknem weichen Holze (*lambourde*) gelegt, die 0,02 Met. dick und, gleich dem Kranze, 0,22 Met. hoch sind. Die zehn ähnlichen Bretchen, welche gegen die äussern Flächen des Kranzes gelegt sind und sich mit ihren Enden berühren, werden vorläufig mit hölzernen Keilen in ihrer Lage erhalten, indem man solche zwischen dieselben und die Schachtstösse eintreibt. In den leeren Raum wird Moos, welches von Sand und erdigen Theilen frei ist, mit hölzernen Keilen fest eingestampft, und die Keile werden nach und nach weggenommen und auch durch Moos ersetzt.

Ist dies geschehen, so entfernt man die Bretchen von dem Kranze, indem man an den Enden der Seiten des letztern Keile von weichem Holze eintreibt und dann den ganzen leeren Raum damit ausfüllt. Das Moos wird dadurch sehr stark zusammengedrückt und genöthigt, in alle kleinen Vertiefungen des Gesteins in den Stössen einzudringen. Nachdem man keinen Keil mehr eintreiben kann, hauet man die Köpfe derselben mit einem Meissel ab und schreitet dann zu der eigentlichen Picotage (Verkeilung). Dazu gebraucht man spitze Keile, von trochnem weichen Holze, die 0,20 Met. lang sind, und deren Kopf ein Quadrat von 0,016 Met. Seite ist. Um die Keile in die schon vorhandenen einbringen zu können, treibt man spitze Eisen (*agrafes à picoter* genannt) ein. Dieselben sind quadratisch, oben etwa 0,03 Met. stark und 0,16 Met. hoch. Die einen haben einen etwas krummen Griff, der fast rechtwinklich zu dem Eisen steht, Fig. 8, Taf. 16. Die andern haben keinen Griff, allein sie sind länger (4 Z.) und oben prismatisch, Fig. 9, Taf. 16. Man nimmt erst das Eisen mit dem krummen Griffe, indem sich dasselbe leichter wieder herausziehen lässt, als das andere. Sobald man es herausgenommen hat, so bringt man in die gemachte Oeffnung einen Keil von weichem Holze. Man füllt auf diese Weise den ganzen, schon Keile enthaltenden Raum mit Keilen (*picots*). Lassen sich die von weichem Holze nicht mehr eintreiben, so nimmt man Keile von trocknem Eichenholze, die weit härter sind. Erst wenn das Eisen nicht mehr in's Holz getrieben werden kann, hört man mit der Keilarbeit auf.

Die Bretchen sind alsdann 4 oder 5 Centim. von der äussern Peripherie des Kranzes entfernt, und das Moos ist auf eine geringe Stärke zusammengedrückt, so dass es kaum sichtbar ist.

Man hauet die Köpfe dieser letzten Keile ebenfalls ab und ebnet die obern und innern Flächen des obern Kranzes mit dem Hobel, worauf man andere Kränze (*cadres de cuvelage*) auf die beiden ersten legt. In dem Maasse, dass man dieselben auflegt, nimmt man, wenn es möglich ist, die verlorne Zimmerung weg und füllt den Raum zwischen den Kränzen und den Schachtstössen mit einem Mörtel aus, der gewöhnlich aus $\frac{1}{3}$ fettem Kalk, $\frac{1}{3}$ Steinkohlenasche oder Cinders und $\frac{1}{3}$ Ziegelmehl (dem Volum nach) besteht. Vorzuziehen würde ein guter Mörtel aus hydraulischem Kalk und Quarzsande seyn.

Nachdem auf diese Weise die wasserdichte Verzimmerung oder die Verdämmung der Wasser bis zu Tage ausgeführt worden ist, schreitet man zum Kalfatern der horizontalen Fugen. Es geschieht dies mit getheertem Hanf, den man mit einem meisselartigen Eisen, welches, statt in eine Schneide, in einen ebenen, 2 bis 3 Millim. starken Theil ausläuft. Das Kalfatern erfolgt in zwei Malen, ein erstes Mal abwärts und ein zweites Mals aufwärts gehend. Es kann nicht sehr genau und nicht sehr dicht gemacht werden, weil die obern Kränze nicht sehr fest aufliegen können. Bei bedeutendem Drucke der Wasser müsste die Verdämmung noch über Tage fortgesetzt, oder der Schacht mit einer Mauerung aufgesattelt werden, dessen Gewicht auf die Kränze wirkt und die Fugen mit ihrer Stopfung dicht hielte.

Die Operationen des Verdämmens (*colletage* und *picotage*) müssen schnell und auf dem ganzen Umfange symmetrisch ausgeführt werden. Gewöhnlich sind dazu 6 Arbeiter im Schachte beschäftigt, fünf mit der Picotagearbeit, indem ein Jeder zwei Seiten des Zehnecks vornimmt, während der sechste die eingehängten Materialien zureicht. Diese 6 Mann arbeiten 5 Stunden hintereinander, und zu dem Verkeilen eines Kranzes sind gewöhnlich 24 Stunden erforderlich.

Man nimmt an, dass die Picotage eines zehnseitigen Schachtes von 2,90 Meter Durchmesser 1500 kleinere und 3000 grössere Keile von weichem und 3000 Keile von Eichenholz erfordert.

Zur Anfertigung von 1000 Keilen ist fast 1 Cubikmeter weiches Holz erforderlich.

Der Ankaufspreis desselben im Norddepartement beträgt etwa . .	32 Fr.
Die Anfertigung	6 —
Kosten auf das 1000 Keile	38 Fr.

Das 1000 der langen spitzen Keile (*picots*) von Eichen- oder Fichtenholz, erfordert 0,15 Cubikmet. Holz und 3 Fr. Arbeitslohn. Demnach betragen die Kosten auf das 1000 eichene Spitzkeile:

0,15 Cub. Met. à 70 Fr.	10 Fr. 50 Cent.
Arbeitslohn	3 — — —
Summa	13 Fr. 50 Cent.

Das 1000 Spitzkeile von weichem Holze kostet:

0,15 Cub. Met. à 32 Fr.	4 Fr. 80 Cent.
Arbeitslohn	3 — — —
Summa	7 Fr. 80 Cent.

Die Keile von weichem Holze, welche zum Verkeilen des untersten Kranzes angewendet werden, haben keine bestimmten und regelmässigen Dimensionen, wie die, welche zu dem eigentlichen (zweiten) Keilkranze angewendet werden, indem der erste nur den Zweck des Trägers hat. Es ist hinreichend, ihn fest mit dem Gebirge zu verbinden, damit er sich nicht senken könne, allein auf seine Wasserdichtigkeit kommt wenig an.

Nachdem nun die Abdämmung von dem obern Theile des Schachtes vollendet ist, so setzt man das Abteufen in dem, unter dem obern Sande abgelagerten Thonlager fort. Zu einer geringen Teufe in demselben gelangt, bringt man daselbst einen Tragekranz und einen Keilkranz ein, auf die man eine wasserdichte Zimmerung bis zum obern Tragekranze aufführt. Das Verfahren dabei ist, wie das bei der obern Abdämmung. Ist man nur noch um eine Kranzstärke von dem obern Tragekranze entfernt, so müssen die Stücke desselben genau hineinpassen, wesshalb die Weite vorher genau gemessen wird. Die Stücke werden auf die gewöhnliche Weise hineingelegt, bis auf das letzte, welches den Kranz schliesst und den Schlüssel bildet. Um dieses letzte Stück einbringen zu können, muss seine äussere Seite etwas kürzer seyn. Nachdem es dann eingeschoben und so lange gedreht ist, bis sich eine seiner Seitenflächen gegen die Seitenflächen des benachbarten Stücks legt, wird es mit Holzschrauben vorgezogen und ihm seine richtige Lage gegeben.

Ehe aber dieser letztere Kranz eingebracht wird, drückt man alle untern Kränze mittelst Druckschrauben gegeneinander, welche auf die folgende Weise angebracht worden sind. Eine Schraube mit flachen Gängen, die etwas kürzer ist, als die Entfernung des obersten Kranzes von der untern Abdämmung zum obern Tragekranze, endigt in einen quadratischen, 0,10 Met. starken Kopf. Der letztere tritt gegen den obern Tragekranz; die Schraube ist mit einer Mutter versehen, und ihr unteres Ende tritt in einen hohlen Muff, der auf der obern Fläche des letzten Kranzes ruht. Schraubt man nun die Mutter herunter, während sich die Schraube nicht drehen kann, so drückt jene mittelst des Muffs gegen den Kranz. Man kann auf diese Weise, mittelst mehrer Druckschrauben, alle horizontalen Fugen der Cuvelage dichter machen und nach diesem Zusammendrücken nimmt man erst die Maasse von dem Kranze, welcher den Schlüssel bilden und den leeren Raum unter dem obern Tragekranze ausfüllen soll. Nach dem Einbringen dieses Schlüssels kalfatert man mit Hanf.

Man fährt darauf mit dem Abteufen des Schachtes fort. Ist das Gebirge rollig, so bringt man in gewissen Entfernungen voneinander Tragekränze an, auf denen man die übrige wasserdichte Zimmerung errichtet; und ehe man tiefer niedergeht, verbindet man die Stücke des untersten Tragekranzes mit denen der Trage- und Keilkränze, welche auf dem Grünsande ruhen, mittelst hölzerner Bänder und eiserner Stangen, welche mittelst starker eiserner Nägel an den gedachten Kränzen befestigt werden, so dass die in einem weniger festen Gebirge angebrachten Tragekränze an die festliegenden angehängt werden. Ist man auf diese Weise in geschlossene oder dichte und feste Schichten gelangt, wohin im franz. Norddepartement der weisse Mergel gehört, sowie auch die Scheidung des obern blauen Thons von dem weissen Mergel ein festes Niveau *(fort niveau)* giebt, so sinkt man den Schacht 1 oder 2 Met. darin ab und bringt darin einen Tragekranz und einen oder mehrere sorgfältig verkeilte Keilkränze an. Man dämmt den letzten Theil des Schachtes ab. Man kalfatert alle horizontalen Fugen von der obern Verdämmung in dem festen Gebirge und kann darauf

alle Bänder und Stangen wegnehmen, weil alsdann alle Theile der Abdämmung auf dem untersten Tragekranze ruhen.

Man fährt auf dieselbe Weise mit dem Abteufen fort, indem man an gewissen Puncten Tragekränze anbringt, wenn das Gebirge nicht fest genug ist und die festen Gesteinsbänke, welche man trifft, dazu benutzt, um jene genannten Kränze aufzulegen. Besonders ist es nach dem Durchsinken von wasserhaltigen Schichten nöthig, in der ersten festen und ziemlich wasserdichten, die man antrifft, Kränze anzubringen, welche die obern Wasser zurückhalten können.

Der weisse und graue Mergel mit oder ohne Kieselnieren giebt stets mehr oder weniger Wasser, und der Schacht muss in diesen Schichten wasserdicht verzimmert werden; allein gewöhnlich trifft man unter der ersten blauen Thonschicht, die unmittelbar unter dem Mergel mit Kieseln liegt, kein Wasser mehr. Man durchsinkt die Bank, dringt 0,80 Met. in den untern grauen Mergel, der dicht und fest ist, und dort legt man das Fundament zu der ganzen Verdämmung, Es besteht aus zwei übereinander liegenden Tragekränzen, aus einem Keilkranze, einem dritten Tragekranze und einem zweiten Keilkranze. Das Einbringen und das Verkeilen dieser Kränze geschieht mit grosser Sorgfalt, indem der Erfolg gänzlich von der guten Ausführung dieser Arbeit abhängt.

Wenn die Verdämmung ganz beendigt ist, so setzt man das Abteufen des Schachtes in dem Thon und Mergel, dem sogen. *dièves*, welche kein Wasser mehr enthalten, sowie in der Tourtia und in dem Steinkohlengebirge fort. In diesem ganzen Theile, ausgenommen in dem Falle, dass die Tourtia durch schwimmenden Sand ersetzt ist, wird der Schacht mit Zigelsteinen ausgemauert und zwar theilweise bei'm Niedergehen. Es wird jedoch diese Arbeit weiter unten beschrieben werden, wenn wir von der Schachtmauerung reden. Wir beschränken uns darauf, hier zu bemerken, dass man in einer der wasserhaltenden Schichten, die etwas unter dem Fundamente der Abdämmung liegen, ein Ort treibt, welches vorn mit einem Damme verschlossen ist, und auf welchem man die wenigen Wasser sammelt, welche noch durch die Abdämmung dringen, so dass sie die Arbeiter bei'm Schachtabteufen nicht hindern, und damit man sie nicht aus einer grössern Teufe auszufördern braucht.

Die Fig. 1 bis 8, Taf. 17, stellen die Einzelnheiten der Verdämmung, welche in einem Schachte der Steinkohlenbergwerke des *grand Hornu* in Belgien ausgeführt worden ist. Jeder Kranz besteht aus 15 Stücken und bildet ein regelmässiges Funfzehneck. Die Stücke der Trage- und der Keilkränze sind mit Nuth und Feder ineinander gelassen, wie Fig. 6 zeigt, welche ein Stück des Keilkranzes darstellt, der 0,30 Met. (1 Fuss) stark ist. Die Fig. 1 und 2 stellen den Keilkranz mit den Bretchen (*lambourdes*) auf dem äussern Umfange, vor dem Verkeilen (*picotage*) dar. Die Fig. 3 und 4 zeigen denselben Kranz nach dem Verkeilen; die Bretchen sind durch die Keile zurückgetrieben und das Moos ist zusammen und in die kleinen Gesteinsvertiefungen gedrückt. Die Fig. 7 zeigt einen breiten und Fig. 8 einen spitzen Keil (*picot*). Die Fig. 5 stellt einen Theil des verdämmten Schachtes mit dem unmittelbar tiefern Theile dar, der unter dem wasserhaltenden Schichten abgeteuft und in Ziegelsteinmauerung gesetzt worden ist, die auf einem fest verkeilten Kranze ruht.

Wasserdichte Zimmerung und Verdämmung im Schaafbreiter Revier bei Eisleben*). Der Anfang der Verdämmungsarbeiten wurde mit dem Einbau

*) Karsten's und v. Dechen's Archiv, Bd. 14, S. 3 etc. H.

der wasserdichten Zimmerung, Taf. 17 *A*, Fig. 4, im Dampfmaschinenschachte gemacht, wo die Zuführung desselben bis zu 16 Fuss Länge und 10 Fuss Weite desshalb nicht besonders schwierig war, da dieselbe im Zechstein, im Schieferflötz und im Liegenden geschah und besonders Zuführzimmerung nicht erfordert wurde. In 22 Fuss Teufe unter der 3. Gezeugstreckensohle fand man das Rothliegende zur Einlegung des Hauptjoches der wasserdichten Zimmerung hinlänglich dicht und fest und daher zum Anbringen der Verkeilung (Picotage) geeignet. Die Zuführung wurde daher in den untern $1\frac{1}{2}$ Fuss mit $16\frac{1}{2}$ Fuss Länge und $10\frac{2}{3}$ Fuss Breite mit besonderer Sorgfalt gemacht, die Stösse ganz geradelinig und abgeebnet, die Ecken genau rechtwinklich und das Liegende, worauf das Hauptjoch zu legen war, ebenfalls genau und bis zur söhligen Ebene abgeflächt. Zu diesen Arbeiten benutzte man zum Theil Steinhauer aus dem Siebigkeröder Steinbruche, welche mit dieser Arbeit ganz vertraut waren. Das Hauptjoch aus 1 Fuss starkem, ganz gesundem eichenen Holze, im Lichten 12 Fuss lang und 6 Fuss weit, war mit übereinander greifenden Zapfen, wie andere Zimmerungsjöcher, jedoch ausserdem noch mit 2 Zoll starkem Versatz in den Ecken gearbeitet, d. h., so, dass die kurzen Späne auf jeder Seite 2 Zoll in die langen Späne und letztere dann ebenso lang in die erstern eingreifen. In der Mitte sind zwei Einstriche, von 12 und 8 Zoll starkem Holze, eingesetzt. Auf der obern Seite sind zwei Spundfegen, von 2 Zoll Tiefe und $1\frac{1}{4}$ Zoll Breite, zum Einlegen von Federn, die vordere 3 Zoll von der innern Seite des Joches, die zweite ebenso weit von der ersteren entfernt, angebracht. So zugerichtet wurde das Hauptjoch mit besonderer Sorgfalt an seine Stelle, ringsum von den genau zugeführten Stössen gleichweit abstehend, niedergelegt, und vorzüglich auf eine söhlige Lage desselben, und dass die Ecken ganz genau und im rechten Winkel schlossen, gesehen. Darauf wurden an den äussern Seiten der langen Späne eichene Picotagebohlen, wie die Zuführung $16\frac{1}{2}$ Fuss lang, 3 Zoll stark und, wie das Hauptjoch, 1 Fuss hoch, eingesetzt und der Raum zwischen denselben und dem Gestein (11 bis 12 Zoll breit) mit ganz gesundem Moose, aus welchem alle stärkern Stängel sorgfältig ausgelesen waren, dicht ausgestopft und dann die Bohlen auf beiden Seiten möglichst gleichmässig in ihrer ganzen Länge durch verlorne Keile vom Hauptjoche abgetrieben und damit so lange fortgefahren, bis das Moos zu $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Stärke zusammengetrieben und mit den verlornen Keilen, die nicht dicht nebeneinander standen, weiter nichts mehr auszurichten war. Durch dieses Zusammentreiben war das Moos in eine dichte, filzartige Masse zusammengepresst, in welche man mit einem gewöhnlichen Bretnagel kaum 1 Zoll tief eindringen konnte. Nun wurde zum Einsetzen der eigentlichen Picotageklötze an den langen Seiten des Joches geschritten. Diese waren aus sehr zähem Pappelholze geschnitten; je zwei derselben keilförmig, wie Fig. 5 zeigt, aneinander gepasst, füllten den zwischen dem Joche und den Picotagebohlen vorhandenen Raum ziemlich aus, so dass bei ihrem Antreiben die verlornen Keile lose wurden, leicht herausgenommen werden konnten und das Moos noch mehr zusammengepresst wurde. Diese Klötze wurden dicht nebeneinander und auf beiden Seiten ganz gleichmässig eingesetzt und angetrieben. Die über die kurzen Seiten des Joches bis zu den Gesteinstössen reichenden Picotagebohlen wurden durch eingesetzte Stempel nachgetrieben, so dass auch an diesen Stellen das Moos dieselbe Dichtigkeit, wie in der Mitte, erhielt. Durch dieses Eintreiben der Klötze war schon eine ganz wasserdichte Verbindung der Picotagebohlen mit den Gesteinstössen hergestellt, und es blieb nur noch übrig, die Verdichtung der Picotageklötze unter sich und mit dem Hauptjoche

zu bewirken. Diese wurde durch das Eintreiben ganz spitzwinklicher, 8 — 10 Zoll langer Keile in beide Theile der Picotageklötze, in 2 und 3 Reihen dicht nebeneinander, erreicht. Zuerst wurden Keile aus Kiefernholz, als diese nicht mehr ziehen wollten, Keile von Eichenholz angewendet. Diese Arbeit wurde so lange fortgesetzt, als es nur möglich war, diese Keile tiefer einzutreiben.

Nach diesem Verkeilen war die Zusammensetzung der Picotageklötze nicht mehr zu erkennen und solche unter sich sowohl, als auch mit dem Joche und den Picotagebohlen innig verbunden. Darauf wurden an den kurzen Seiten des Hauptjoches die Picotagebohlen angesetzt, dieselben Moosfüllungen gemacht und ebenso wie in den langen Stössen erst mit verlornen Keilen, dann mit Einsetzen der Picotageklötze und Eintreiben derselben und endlich mit dem Verkeilen derselben verfahren. Zum Schlusse der ganzen Arbeit wurde noch ringsum eine Reihe eiserner Keile mit grosser Anstrengung eingetrieben, so dass endlich das Moos, bis auf 1 Zoll Stärke zusammengepresst, eine fast steinharte Masse auszumachen schien.

Dieses bis zum höchsten Grade getriebene Verkeilen hatte übrigens auch so auf das Hauptjoch eingewirkt, dass nicht allein dessen Einstriche stark eingebissen hatten, sondern dass sich auch das Joch selbst, besonders in den langen Spänen gekantet, d. h., noch Oben zu verworfen hatte und auf der obern Fläche wieder abgeebnet und in den Spundfugen nachgeholfen werden musste, was übrigens ohne besondere Schwierigkeit ausgeführt wurde. Nach Ausführung dieser Berichtigung wurde zum Einbaue der Aufsatzjöcher (*cuvelage*) geschritten. Dieselben bestanden aus 8 Zoll starken 12 bis 16 Zoll breiten, ebenfalls ganz gesunden eichenen Hölzern. Sie waren ebenso, wie das Hauptjoch mit gewöhnlichen Zapfen, mit Versatz in den Ecken gearbeitet, hatten aber nur die mittlere Spundfuge von 2 Zoll Tiefe, auf der hintern Seite aber einen halben Spund von $\frac{3}{4}$ Zoll Breite zum Einlegen von Deckleisten. Vor dem Aufsetzen des ersten Aufsatzjoches wurden gegen 18 Zoll breite, 14 und 8 Fuss lange Streifen getheerter Hanfleinwand auf dem Hauptjoche ausgebreitet, in die Spundfugen desselben die, aus ganz gesunden kiefernen Bohlen gefertigten Federn eingedrückt, über denselben wieder ähnliche Leinwandstreifen ausgebreitet und darauf das erste Joch gelegt und so stark aufgetrieben, dass nicht ein Nagel in die Fugen mit eingeschlagen werden konnte. Die hintere Feder wurde am Aufsatzjoche angenagelt. Das Aufsetzen der folgenden Jöcher erfolgte auf dieselbe Art, nur mit dem Unterschiede, dass die in den halben Spund zu legende Deckleiste zwar auch auf die auseinandergelegten Leinwandstreifen zu liegen kam, aber am untern und obern Joche angenagelt wurde. Nachdem mehre Jöcher aufgesetzt waren, wurden die Ecken von Aussen durch sogenannte Deckwinkel aus kiefernen, 2 Zoll starken Bohlen, die ebenfalls eine Unterlage von getheerter Hanfleinwand bekamen und angenagelt wurden (Taf. 17 *A*, Fig. 7) verwahrt, dann die Jöcher von Hinten mit eichenem, 5 Zoll starkem Holze abgestempelt und der Raum zwischen Zimmerung und Gebirge (1—1$\frac{1}{2}$ Fuss breit) mit mässig angefeuchtetem Thone ausgestossen. Auf diese Art wurde die wasserdichte Zimmerung im Dampfmaschinenschachte, im Ganzen 27 Fuss hoch, bis 5 Fuss über die 3. Gezeugstreckensohle aufgeführt und vollkommen wasserdicht hergestellt, obwohl man dabei mannigfache Schwierigkeiten, besonders in Bezug auf die Sätze der Dampfmaschine und die Sicherstellung der Arbeiter, zu überwinden hatte.

Mit der Zuführung der Lager zu den wasserdichten Zimmerungen in den Schächten Erdmann und Wassermann (Taf. 17 *A*, Fig. 2 u. 3) ging man gegen 1 Ctmr.

in den ältern Gyps nieder, um die Hauptjöcher in festes Gestein zu legen. Da es hier Absicht war, nicht allein die auf dem Gypse liegenden Wasser zurückzudämmen, sondern auch alle von Tage nieder ersunkenen Wasser durch die unmittelbar über dem Gypse vorhandenen Räume abzuleiten, so wurden alle diese Räume mit grosser Sorgfalt geöffnet und gereinigt und nach der Schachtseite mit einer Mauer so verschlossen, dass ringsum ein Canal gebildet wurde, mit welchem alle diese Räume in Verbindung standen. Durch die Mauer bis in den Canal und auf der andern Seite bis an die Zimmerung wurde eine 7 Zoll weite eichene Röhre gelegt, in welche die 5 Zoll weit gebohrten Einfallröhren für die Zuleitung der obern Wasser eingesetzt waren, und aus der ausserdem noch eine 4 Zoll weite eiserne Röhre durch die Zimmerung bis in den Schacht ging, um während der Arbeit sämmtliche Wasser frei ablaufen zu lassen. Die Haupt- und Aufsatzjöcher waren auf dieselbe Art, wie bei dem Dampfmaschinenschachte, construirt. Die Picotage wurde, mit Ausnahme der bei'm Wassermannschachte weiter unten zu erwähnenden Abänderungen, ebenfalls in gleicher Weise ausgeführt und überhaupt bei'm Einbau von dem im Dampfmaschinenschachte angewendeten Verfahren nicht abgewichen, auch der Raum hinter der Zimmerung mit mässig angefeuchtetem Thone ausgestossen. Nun hatte man wieder andere Schwierigkeiten zu überwinden; das Aschengebirge nämlich wurde bei der Zuführung durch die vielen Traufen an einigen Stellen sehr weich und der Einbau verlorner Zimmerung, zur Sicherstellung der Arbeiter und zur Verhütung eines Bruches, nothwendig. Das Hauptjoch im Erdmann liegt 2 Fuss 4 Zoll unter, und im Wassermann 3 Fuss 9 Zoll über der Froschmühlenstollensohle; im erstern wurde die Zimmerung 36 Fuss 2 Zoll, im letztern 34 Fuss hoch eingebauet, und es werden darauf die eisernen Abflussröhren in den untern Aufsatzjöchern mit eingeschlagenen Spunden und vorgeschobenen Deckeln geschlossen, worauf die Wasser hinter der Zimmerung aufgingen.

Im Erdmannsschachte machte man sehr bald die Erfahrung, dass die Zimmerung nicht hoch genug hinaufreicht, indem die Wasser mit 2—3 Cubikfuss überflossen. Es wurden daher im folgenden Jahre noch 17 Fuss 6 Zoll solcher Zimmerung aufgesetzt, so dass sie im Ganzen 53 Fuss 8 Zoll Höhe erhielt und hiermit ihrem Zwecke vorläufig genügte.

Die Wasser gingen anfänglich bis etwa 6 Fuss unter die obere Kante der Zimmerung auf; später blieben nur 4 Fuss wasserfrei, und im Frühjahre 1838, bei sehr starken Zuflüssen von Tagewassern, erreichten die Wasser nicht allein wieder die obere Kante, sondern kamen mit $\frac{1}{8}$ Cubikfuss pro Minute zum Ausflusse. Bei'm Eintritte der trocknen Jahreszeit sind aber dieselben wieder gefallen, und es bleibt nun abzuwarten, ob sich diese Erscheinung wiederholen wird. Bei den nachträglich ausgeführten Aufsatzjöchern fehlen die eingelegten Federn zwischen den Jöchern, und anstatt zwei Streifen Hanfleinwand ist ein Streifen Flanell eingelegt. Die nöthige Spannung zwischen Joch und Joch (Taf. 17 *A*, Fig. 3, 8) wird durch $\frac{1}{2}$ Zoll starke und 3 Zoll lange eiserne Döbel, die gleichweit in jedes Joch eingesetzt sind, hervorgebracht. Diese Jöcher zeigen sich ebenso dicht, als die untern mit eingelegten Federn, und liessen sich viel leichter aufsetzen. An dieser Zimmerung wurde zuweilen eine Verdichtung nachträglich nothwendig, da der bei'm Ausstossen angewendete Thon nicht der beste war. Doch sind diese Verdichtungen immer leicht ausgeführt worden, indem mit einem Stopfmeissel Hanf in die Fugen eingetrieben und damit die Dichtigkeit wieder hergestellt wird.

Um das Umkanten des Hauptjoches durch die Verkeilung zu verhüten, wurde im Schachte Wassermann die Picotage in zwei Absätzen von 6 Zoll Höhe gemacht (Taf. 17 *A*, Fig. 3, 6), anstatt in den beiden andern Schächten solche ungetheilt auf die ganze Höhe von 12 Zoll hergestellt worden war. Das Kanten des Hauptjoches wurde aber durch dieses Verfahren nicht ganz vermieden; die Verbindung desselben mit dem Gesteine wurde überdies nicht ganz wasserdicht und auch sehr bald wieder aufgehoben, wovon der Grund in der grossen Weichheit des Gypses, in dessen feinen Klüften und kleinen Drussenräumen und in dem folgenden Abteufen des Schachtes mit Schiessarbeit, wodurch augenscheinlich die Zimmerung sehr erschüttert wurde, liegen mag. Man suchte die untere Fläche des Hauptjoches mit dem Gesteine durch Eintreiben von Keilen wasserdicht zu verbinden, und erreichte zwar auch damit anfänglich diesen Zweck. Diese Verdichtung war jedoch von keiner Dauer, da der feinste sich durchdrängende Wasserstrahl die Oeffnung im Gypse ausserordentlich schnell erweiterte, und daher dieser Verdichtung fortdauernd nachgeholfen werden musste.

Nach und nach war aber die Lage der eingetriebenen Keile so stark geworden, dass, da sie das Hauptjoch überhaupt nur 5 bis 6 Zoll untergriff und ihr hinterer Winkel über 45 Grad erreicht hatte, ihr die erforderliche Spannung nicht mehr gegeben werden konnte. Man sah sich daher im Jahre 1838 genöthigt, ein neues Hauptjoch einzuziehen.

Anfänglich beabsichtigte man, dieses neue Hauptjoch nur circa 3 Fuss, oder so tief unter das vorhandene Hauptjoch zu legen, um den zum Einsetzen der Picotage erforderlichen Raum zu gewinnen. Bei der Zuführung fand man aber in dieser Tiefe zwar festen, aber nicht ganz dichten Gyps, indem in demselben viele kleine Drusen, die unter sich durch ganz feine Klüfte in Verbindung standen, vorhanden waren; und man setzte daher die Zuführung bis $6\frac{1}{2}$ Fuss unter das alte Hauptjoch fort, wo der Gyps (grösstentheils Anhydrit) nicht allein sehr fest, sondern auch ganz dicht und zur Lagerung des neuen Hauptjoches ganz geeignet war. Um das Gestein durch die Zuführung, die in allen Stössen des Schachtes $2\frac{1}{4}$ Fuss weit gemacht wurde, nicht anzuschrecken und dadurch wiederum die Undichtigkeit des neuen Hauptjoches herbeizuführen, wurde die ganze Zuführung nur mit Anwendung von sogenannten Zweispitzen und Schlägel und Eisen bewirkt. Die Zimmerung selbst, aus einem Hauptjoche und 5 Aufsatzjöchern, im Ganzen 6 Fuss 1 Zoll hoch, bestehend, ist wie die zuletzt im Erdmannschachte eingebaute, d. h., ohne Einlagefedern, aber mit Deckleisten auf der hintern Seite, vorgerichtet, und zwischen die Jöcher hat man getheerten wollenen Flanell gelegt. Die Picotage hinter dem Hauptjoche ist, ausser dem Moose und der Picotagebohle, 10—11 Zoll breit und 12 Zoll hoch; die Klötze derselben sind wie die frühern bearbeitet, bilden jedoch nur eine Schicht (wie im Dampfmaschinen- und Erdmannschacht) und bestehen aus sehr zähem Pappelholz, welches, durch die Anwendung von Wasserdampf und durch sorgfältiges Trocknen, von allen Säften befreit war. Das Verfahren bei'm Zusammentreiben des Mooses und bei'm Einsetzen und Verkeilen der Picotageklötze war ganz das früher angewendete, nur hat man unterlassen, unter das Hauptjoch und unter die Picotageklötze getheerte Seilfaden oder Werg zu legen. In Folge der Erfahrung, dass der festeste Gyps durch Wasser sehr bald angegriffen und aufgelös't wird, hat man, um den Gyps an und über der Picotage gegen Wasser ganz zu sichern, den Raum zwischen der Zimmerung und dem Gypse nicht mit Thon ausgestossen, sondern mit klinkerartig hart gebrannten Backsteinen und Casseler hydraulischem Cement, dem etwa $\frac{1}{2}$

des Volumens gewaschener Sand zugesetzt ist, so gemauert, dass am Gestein und an der Zimmerung ein 1 bis 1½ Zoll breiter Raum verblieb, der mit reinem Cement ausgegossen wurde, und in welchen man kleine Backsteinbrocken eindrückte. In den zwischen dieser neuen Zimmerung und dem alten Hauptjoche noch vorhandenen Raume, von 5 Zoll Höhe und 10 Zoll Breite, wurden ebenfalls aus Pappelholz gefertigte Picotageklötze eingesetzt, die, durch Keile aus weichem und hartem Holze gehörig festgetrieben, eine ganz wasserdichte Verbindung der neuen und alten Zimmerung abgegeben haben, so dass nun schon seit einem Jahre ein Fehler an dieser wasserdichten Zimmerung nicht weiter bemerkt worden ist.

Wasserdichte Zimmerung in einem Förderschachte der Steinkohlengrube Guley im Wormreviere bei Achen. Nachdem die Grubenbaue der Guley im Januar 1834 durch einen plötzlichen Wasserdruckbruch ersoffen waren, fing man an, auf den flachen Flügeln des südlich zunächst liegenden Sattels, 150 Ctmr. von dem Maschinenschachte entfernt, einen Versuchschacht in solchen Dimensionen abzuteufen, dass er unter günstigen Umständen als Förderschacht benutzt werden konnte. Er erhielt eine Länge von 14 Fuss 1 Z. und eine Weite von 6 Fuss 10 Z. 10 Linien. Als das Abteufen dieses Schachtes das Liegende des abgebauten Flötzes Meister unter der Stollensohle erreichte, vermehrten sich die Wasserzugänge durch das klüftige und zerbrochene Gestein in dem Maasse, dass nicht allein das Abteufen ohne Maschine sehr schwierig und kostbar wurde, sondern auch bei fernerer Benutzung des Schachtes eine besondere Wasserhaltung für denselben hätte eingerichtet werden müssen. Da die liegenden Flötze bekanntlich hier unabgebaut anstanden, und eine der nächstgelegenen von einer wasserdichten Schieferthonlage begleitet wird, so waren hier alle Bedingungen vereinigt, um durch eine wasserdichte Zimmerung die getroffenen Wasserzugänge vom Schachte abzudämmen und bis zur Stollensohle abzustämmen, so dass sie einen Abfluss in das nicht sehr entfernte Wormthal erhalten würden.

Sobald man hierzu den Entschluss gefasst hatte, nahm man den Schacht in jedem Stosse um 1¼ bis 2 Fuss weiter und teufte ihn in diesen Dimensionen bis 22½ Ctmr. unter die Hangebank ab, wo im Liegenden des Flötzes Geelersch ein Gestein sich fand, welches zur Legung des Picotage- (Keil-) Gevieres geeignet schien. Alsdann wurde der Schacht so hoch, als die wasserdichte Zimmerung reichen sollte, angemessen erweitert (etwa 62 Fuss hoch).

Die untere Gesteinsfläche, worauf das Keilgeviere *(siège de picotage)* gelegt werden sollte, wurde mit leichten Gezähstücken eben, horizontal und rechtwinklich zugeführt. Das Geviere besteht aus 12 Zoll kantigem Eichenholz, ist oben und unten glatt und horizontal gehobelt; Jöcher und Kappen stossen in den Ecken mit schrägen Flächen genau passend zusammen. Auf dem Gesteine wurde eine dünne Lage gut gereinigtes Moos gelegt, darauf das Geviere. Hinter demselben wurden vier, 1 Zoll starke, 12 Z. breite Breter von Weidenholz auf die lange Kante aufgestellt und der Zwischenbauraum zwischen denselben und den Gesteinstössen ebenfalls mit gut gereinigtem Moose ausgefüllt. Diese Breter sind so lang, wie die äussern Seiten der Jöcher und Kappen. Zwischen denselben und dem Geviere werden nun Keile von gut getrocknetem Weidenholz, 2 Zoll breit und an dem obern Ende 1 Zoll stark, unten scharf zulaufend, eingetrieben. Da die Entfernung des Gevieres von dem Gesteinsstosse nicht auf allen vier Seiten gleich war, so wurde auch nicht eine gleiche Anzahl von Reihen dieser Keile hintereinander eingesetzt, sondern so viele auf jeder Seite, als nothwendig ist,

und wurden dieselben gleichförmig ringsum angetrieben, solange als sich das Moos damit zusammendrücken liess. Dadurch entfernen sich die Breter etwa 2 bis 3 Zoll von den hinteren Seiten des Gevieres, je weniger, um so besser, weil alsdann um so eher eine vollkommene wasserdichte Verbindung des Gevieres mit den Gesteinsstössen erlangt werden kann. Die über die Oberfläche des Gevieres hervorragenden Weidenkeile wurden mit einem Meissel abgestossen und geebnet und in diese Holzmasse mit einem spitzen Eisen Löcher gemacht, in welche Keile von Buchenholz, am obern Kopfe 1 Z. kantig und 6 bis 7 Zoll lang unten spitz zulaufend, eingesetzt und abgetrieben wurden. Mit dieser Arbeit fuhr man so lange fort, als es nur irgend möglich war, mit dem Eisen in die Holzmasse einzudringen.

Hierdurch wurde eine vollkommene Verbindung zwischen dem Geviere und den seigern Gesteinsstössen hergestellt, und es blieb nur noch übrig, auch die horizontale Fuge unter dem Geviere dicht zu verschliessen, indem hierzu die dazwischen ausgebreitete Lage von Moos nicht genügt. Diese horizontale Verkeilung konnte jedoch erst später vorgenommen werden, nachdem die Schachtzimmerung bereits einige Höhe erreicht hat, weil sonst das Picotagegeviere gehoben und aus seiner Lage gebracht werden würde.

Auf dieses untere Geviere wurde nun die Aufsatzgeviere *(cadres de cuvelage)* eines nach dem andern aufgelegt. Sie bestanden aus 12 Zoll kantigem Büchenholze und schliessen in den Ecken ebenfalls mit schrägen Flächen genau auseinander; die Lagerflächen werden genau abgehobelt, zusammengepasst und über Tage gezeichnet, damit sie bei'm Einbau im Schachte dieselbe Lage erhalten. Die Stärke dieser Geviere hätte offenbar, dem nach oben abnehmenden Wasserdrucke entsprechend, nach Oben hin vermindert werden können, und ist es dabei keinesweges nothwendig, dass alle Geviere eine und dieselbe Höhe erhalten.

Nachdem ein solches Aufsatzgeviere gelegt war, wurde dasselbe durch Keile, von 4 bis 7 Zoll Breite und Stärke und 12 Zoll Länge, die zwischen dasselbe und das Gestein eingetrieben werden, in seiner richtigen Lage befestigt und in den Fugen zusammengetrieben. Diese Keile kommen an den Enden der Jöcher und Kappen und ausserdem auch noch in der Mitte der Jöcher zu liegen; reichen sie nicht aus, so werden hinter denselben schwächere von $\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Breite eingesetzt.

Der übrig bleibende Zwischenraum (Zuführungsraum) zwischen diesen Aufsatzgevieren und dem Gesteine wurde sorgfältig mit Mörtel ausgefüllt, welcher aus der Asche von Kalköfen (einem Gemenge von zerfallenem Kalk, Steinkohlenasche und Cinders), aus Cindern von den Rosten der Dampfkessel besteht, und dem soviel Wasser zugesetzt wird, dass er die Consistenz von gewöhnlichem Mauermörtel erhielt. Auf $3\frac{1}{2}$ Cubf. Kalkasche und $3\frac{1}{2}$ Cubf. Cindern wurden $1\frac{3}{7}$ Cubf. Wasser genommen.

Auf diese Weise wurde die wasserdichte Zimmerung bis zu der vorher angegebenen Höhe aufgesetzt und damit die engern Dimensionen des Schachtes erreicht. Zwischen dem obersten Aufsatzgeviere und der überhängenden Gesteinsbrust wurden Keile von verschiedener Grösse und Beschaffenheit eingetrieben, um dadurch alle horizontalen Fugen der Zimmerung zu schliessen. Diese Verkeilung schloss übrigens keinesweges den Raum zwischen diesem Geviere und dem Gesteine dicht, was auch überflüssig gewesen wäre, da die Wasser hinter der Zimmerung nicht bis hierher aufgehen und schon bei einem mehrere Fuss tiefern Stande durch ihre Druckhöhe einen Abfluss finden.

Der Druck, welcher durch diese Keile auf die horizontalen Fugen der Aufsatzgeviere ausgeübt wurde, genügte, um das Durchdringen der Wasser ganz zu verhindern, als dieselben hinter der Zimmerung aufgingen, und man musste daher zu einer Verdichtung aller dieser Fugen schreiten, welche auf nachstehende Weise ausgeführt wurde. Es wurden Keile von trockenem Buchenholze $1\frac{2}{3}$ Zoll breit, beinahe 3 Zoll lang und $\frac{1}{2}$ Zoll am Kopfe stark, in eine Schärfe zulaufend, dergestalt in diese Fugen eingetrieben, dass jeder Keil, etwa um $\frac{1}{2}$ Zoll in den neben oder vor ihm stehenden eingreift, zu welchem Ende dieselben auf einer Seite in der Mitte mit einem scharfen Meissel gespalten werden (*Fig.* 1, Taf. 17 *B*). Diese Keile wurden nach und nach ringsum zwischen je zwei Aufsatzgeviere eingetrieben und erfüllen auch ihren Zweck, soweit diese Arbeit ausgeführt werden konnte, vollständig.

Man hatte nämlich gleichzeitig mit den Aufsatzjöchern Einstriche von $3\frac{1}{2}$ Zoll starken Bohlen, welche einen Schachtscheider zur Trennung des Fahrschachtes von dem Förderschachte bildeten, eingebaut, und zu beiden Seiten derselben 3 Zoll breite Lutten in den Ecken angenagelt, so dass an den langen Schachtstössen ein Raum von $9\frac{1}{2}$ Zoll Breite davon bedeckt wurde. Der Fahrschacht nimmt 4 Fuss 8 Zoll und der Förderschacht 9 Fuss $1\frac{1}{2}$ Zoll von der Länge des ganzen Schachtes ein. Hinter diesen Einstrichen und Lutten war nun eine solche Verdichtung der Fugen zwischen den Gevieren nicht möglich, im Gegentheile waren dieselben an diesen Stellen wohl noch mehr geöffnet worden, und die Wasser drangen hier ziemlich stark durch; es hätten die Einstriche wieder herausgeschlagen werden müssen, um sie anzubringen. Derselbe Zweck wurde mit dem besten Erfolge dadurch erreicht, dass man in den, von den Lutten und Jöchern gebildeten Ecken, gerade auf den Fugen der letzteren, 1 Zoll weite Löcher von 6 bis 7 Zoll bohrte, welche von beiden Seiten hinten in den Jöchern zusammentrafen (*d*, *Fig.* 2). In diese Löcher wurden nun kleine Spünde (Pflöcke) von trocknem Weidenholze, an der Spitze 9 bis 11 L. und am Kopfe 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll stark, welche mit Moos umwickelt waren, so tief, als möglich, eingetrieben und die hervorstehenden Köpfe abgemeisselt.

W a s s e r d i c h t e S c h a c h t z i m m e r u n g i n d e r S t e i n s a l z g r u b e V i c i n L o t h r i n g e n. Eine sehr ausführliche und genaue Beschreibung der wasserdichten Zimmerung in den Schächten der Steinsalzgrube zu Vic, hat Hr. J. L e v a l l o i s in dem Aufsatze: über die in dem Departement der Meurthe zur Aufsuchung und Förderung des Steinsalzes ausgeführten Arbeiten, in den *Ann. d. mines* 3. Reihe, *B. IV.* S. 321 u. f. geliefert, und wird daher ein Auszug aus derselben hier wohl an seiner Stelle seyn.

Das bei Vic über dem Steinsalze befindliche Gebirge besteht aus Thon und Gyps; es ist sehr verschieden in seinem Verhalten zu den Wasserzugängen; an einer Stelle ist es wasserdicht, an einer andern ist der Gyps sehr zerklüftet, oder der Thon merglich und porös. Der in demselben befindliche Wasserweg hat keine Verbindung mit den nahe liegenden Salzquellen; die Wasserzugänge in den beiden Schächten waren sehr verschieden, dennoch traten sie bis zu derselben Höhe, 8,0 M. (27 Fuss) unter der Hängebank des Schachtes Bequey auf. Im Winter ist der Wasserspiegel etwas höher, als im Sommer, nasse Jahre (wie 1824) erhöhen denselben noch mehr, bis 12 F. über seinen gewöhnlichen Stand. Die Quellen vermehrten ihre Ausgabe einige Tage nach ihrem Anhauen, blieben alsdann beständig, bis tiefere angehauen wurden.

A b t e u f e n. Der Schacht wird so weit genommen, dass nur der Zimmerung ein freier Raum von 2 Zoll bleibt. Man teuft so weit ab, als das Gestein von selbst oder

mit Hülfe von einiger verlorner Zimmerung steht. In 10 M. (31⅔ Fuss) Teufe wurden die ersten Tragestempel (*trousses porteuses*) gelegt, welche sich von den Schrotjöchern (*trousses de cuvelage*) nur um ihre grössere Stärke von 3¾ Zoll unterscheiden; sie wurden fest gegen das Gebirge gekeilt, darauf die Schrotzimmerung aufgesetzt, jedes Geviere festgekeilt und der Raum hinter demselben mit Bergen ausgefüllt.

Das Abteufen rückt nun wieder so weit vor, bis neue Tragestempel gelegt werden, auf welche man die Jöcher aufsetzt; das Gestein auf dem früher gelegten Tragestempel wurde so weit fortgenommen, als nöthig war, um das Schlussjoch (*clef*) einbringen zu können, was auch bei seiner grösseren Breite nöthig ist.

Auf diese Weise ward das Abteufen und der Ausbau in trocknen oder nicht sehr wasserreichen Gebirgen fortgesetzt; sobald man aber stärkere Wassergänge erhielt, wurde ein verkeiltes Geviere (*trousse picotée*) gelegt, dessen Stärke mindestens 3¾ Z. grösser, als die der übrigen Geviere, ist. Auf dieses werden nun die schwächeren Jöcher aufgesetzt, und der Zwischenraum zwischen denselben und den Gesteinstössen mit hydraulischem Mörtel ausgefüllt, und die Fugen zwischen diesen Jöchern mit aufgedreheten Seilfaden kalfatert.

Man teuft dann von Neuem 2 bis 3 M. (6½ bis 9½ Fuss) tief ab, legt wieder ein Keilgevier oder auch wohl zwei unmittelbar übereinander, setzt die Aufsatzgeviere darauf und füllt den Raum hinter denselben mit Mörtel aus.

Die Fugen der oberen Geviere öffnen sich gewöhnlich nach der Legung desjenigen, welches den Ausschluss bildet, und lassen nun Wasser durch. Um sie wieder zu verdichten, bringt man eine horizontale Verkeilung (*picotage à face, picotage horizontale*) zwischen dem Schlussgeviere und dem unmittelbar darüber liegenden Keilgeviere an und kalfatert alsdann abermals die Fugen.

Auf diese Weise wird das Abteufen bis zur Durchsenkung des wasserführenden Gebirges fortgesetzt; in den tieferen trockenen Gebirgsschichten wird entweder eine Schrotzimmerung, wie die obere, oder Mauerung eingebauet.

Der Schacht Bequey ist quadratisch, im Lichten 2 M. (7 Fuss 3 Zoll); die Geviere bestehen aus 2 Jöchern, welche an den Enden 1½ Zoll tief eingeschnitten sind, in welche Einschnitte die beiden Kappen ohne Versetzung mit gerad abgeschnittenen Enden eingelegt werden.

Der neue Schacht dagegen ist ein regelmässiges Achteck, der eingeschriebene Kreis hat 2,5 Met. (7 Fuss 11¾ Zoll) Durchmesser; die den Umgang (Geviere) zusammensetzenden Stücke stossen mit den schräg abgeschnittenen Enden zusammen. Die Stücke der Aufsatzumgänge sind mit 2 Zapfen (Dübbeln) auf der oberen und mit entsprechenden Löchern auf der untern Seite versehen, welche das richtige Aufsetzen derselben sehr erleichtern. Bei den Keilumgängen fehlen aber diese Dübbeln.

A u s f ü h r u n g d e r w a s s e r d i c h t e n Z i m m e r u n g. Als mit Abteufen starke Wasserzugänge erschroten, die Pumpen eingebauet und die Wasser zu Sumpfe waren, wurde der Schacht noch 0,6 M. (23 Zoll) abgeteuft, in den Stössen dabei 0,22 Meter (8¾ Z.) erweitert und 1 M. (3 Fuss 2 Zoll) über der Sumpfsohle eine ebene Brust ringsum in das Gestein gehauen. Hierauf ward das Keilgeviere von 0,88 M. (14½ Z.) Stärke und 0,22 M. (8¾ Zoll) Höhe richtig gelegt, hinter jedem Stücke desselben ein Bret (*lambourde*) von Pappel- oder Eichenholz, von gleicher Höhe und 13 L. Stärke aufgestellt; die hinter den Kappen liegenden Breter sind so lang, als die Jöcher, und hinter diesen liegen kürzere, welche dazwischen passen, um die Fugen zwischen den

Jöchern und Kappen eines Gevieres zu decken. Die Breter werden mit Keilen dicht an dem Geviere aufrecht erhalten und der Raum zwischen ihnen und dem Gesteine voll Moos gestopft und dies mit einem hölzernen Stampfer *(battoir)* Fig. 8 und einem Fäustel eingetrieben. Die verlornen Keile werden alsdann herausgezogen und der leere Raum ebenfalls auf dieselbe Weise noch mit Moos ausgefüllt.

Dann werden flache, oben 13 L. starke Keile von Pappel- oder Weidenholz zwischen den Bretern und dem Geviere dicht nebeneinander gleichmässig ringsum eingetrieben; nicht einer nach dem andern, sondern alle gemeinschaftlich. Die Keile, welche dabei lose werden, zieht man heraus, steckt sie verkehrt ein und schlägt einen andern darauf.

Nachdem so alle Keile gleichmässig fest sind, werden noch die Ecken, welche durch das Zurückweichen offen geworden sind, sorgfältig mit Keilen ausgefüllt. Dann werden spitze Keile, die aber ebenfalls 13 L. quadratisch stark sind, in diese flachen Keile hineingetrieben. Ist es nun nicht mehr möglich, mit diesen weichen Keilen in die Holzmasse einzudringen, so werden mit einem Eisen *(agrappe à picoter)*, Fig. 9, Taf. 17 *B*, Löcher in dieselben gemacht. Bei dem Herausnehmen dieses Eisens wird immer nur gegen eine Seite desselben geschlagen, damit die Oeffnung um so besser von dem Holzkeile ausgefüllt werden könne. Diese Löcher werden eines dicht neben dem andern gemacht, die Keile ringsum eingetrieben und ihre hervorragenden Enden mit einem krummen Meissel, Fig. 8, der obern Fläche des Gevieres gleich, abgestossen. Ganz besondere Aufmerksamkeit wird auf die Verdichtung der Ecken verwendet, welche bei Weitem am Schwierigsten zu erlangen ist. Wenn gar keine Keile von weichem Holze mehr eingetrieben werden können, so geht man zu eisernen Keilen über, mit denen man nun so lange fortfährt, bis die Stahlspitze des Eisens nicht mehr in die Holzmasse eingreift. Zuletzt werden die hervorragenden Keile mit einem Fäustel glatt geschlagen, nicht mit dem Meissel abgestossen.

Durch diese Verkeilung biegen sich die Jöcher und Kappen in der Mitte durch und kanten sich am äussern Umfange auf. Streben, die gegen das Gebirge geschlagen werden, helfen in dieser Beziehung wenig, aber es ist einer der grössten Vortheile, welchen die achteckigen Schächte in dieser Beziehung vor den vierseitigen voraushaben, dass bei jenen die einzelnen Stücke des Umfanges nur etwa $3\frac{1}{2}$ Fuss lang sind und daher kaum eine merkbare Veränderung in ihrer Form und Lage durch die Verkeilung erleiden. Es kann hierbei nicht unbemerkt bleiben, dass sich diese nachtheilige Einwirkung der Verkeilung auf die einzelnen Stöcke eines Keilgevieres um so mehr zeigt, je höher dasselbe im Verhältnisse seiner Stärke ist. Man zieht es daher wohl mit Recht vor, zwei niedrige Keilgeviere unmittelbar übereinander zu legen, als ein hohes. Die eine Fuge, welche man mehr erhält, ist unerheblich gegen den Vortheil der leichteren Arbeit und des sicheren Verschlusses, der dadurch erlangt wird.

Das unterste Aufsatzgeviere, welches unmittelbar auf das Keilgeviere gelegt wird, wird genau passend für diese Biegung und Abschrägung geschnitten, so dass seine obere Fläche genau horizontal zu liegen kommt. Hinter jedem Aufsatzgeviere wird ein Streifen von Leinwand, $2\frac{3}{4}$ Zoll breit, befestigt, welcher die Fugen deckt, damit der Mörtel, welcher zur Ausfüllung des hintern Raumes angewendet wird, nicht durch dieselben hindurchdringen könne. Dieser Mörtel, aus hydraulischem Kalk mit einem Zusatze von Ziegelmehl und Steinkohlen-Cindern bestehend, wird in einem ganz flüssigen Zustande hinter die Aufsatzgeviere gegossen, damit er alle Räume vollständig ausfülle.

Es ist oft schwierig, zu verhindern, dass er von den stark hervorquellenden Wassern nicht fortgerissen werde, desshalb bleibt man auch mit dem Ausgiessen etwa um 3 Fuss hinter dem Rande der Aufsatzgeviere zurück. Es haben sich sogar Fälle ereignet, wo es nicht möglich war, von dem Mörtel Gebrauch zu machen, und wo der Raum hinter den Aufsatzgevieren leer gelassen werden musste. Es ist dies nicht angemessen und würde in solchen Fällen wohl immer auf Ausfüllung mit Holzkeilen Rücksicht genommen werden müssen.

Gelangen die Aufsatzgeviere bis unter ein oberes Keilgeviere, so wird der Raum für das Schlussgeviere genau abgemessen, um demselben die erforderliche Höhe zu geben. Das Gestein, welches bis dahin unter dem Keilgeviere stehen bleibt, wird in einem Stosse nach dem anderen fortgehauen, und alsdann sogleich der entsprechende Theil des Schlussgevieres eingelegt. Dieselben werden auf ihrer innern Seite mit geschraubten Handgriffen versehen, um sie in den Schacht hineinziehen zu können, nachdem sie in einer schrägen Richtung hineingesteckt worden sind.

Die horizontale Verkeilung unter dem obern Keilgeviere wird ganz auf dieselbe Weise, wie die senkrechte hinter demselben zwischen den Flächen beider Geviere ausgeführt; die Keile werden rechtwinklich gegen die Schachtstösse eingetrieben.

Das Kalfatern der Fugen zwischen dem Aufsatzgeviere wird von Oben angefangen und rückt nach Unten hin fort, damit die herabfliessenden Wasser dabei nicht hinderlich werden. Bei grossem Wasserdrucke müssen inwendig Deckleisten über die Fugen genagelt werden, damit die Seilfäden nicht herausgedrückt werden können.

Wenn ein Keilgeviere auch anfänglich die Wasser vollkommen zurückhält, so gebietet doch die Vorsicht 2 bis 3 Meter tiefer ein zweites, hier wohl ein doppeltes (zwei unmittelbar übereinander), oder noch tiefer ein drittes. Wenn die Keilgeviere in geringen Abständen übereinander liegen, so darf die horizontale Verkeilung nicht sogleich angebracht werden, weil dadurch ein zu starker Druck auf die Gesteinsbrust ausgeübt wird, auf welcher das untere Keilgeviere aufruht. Ist dies Gebirge aber so milde, dass es nicht einmal die Spannung der Kalfaterung aushalten würde, ohne nachzugeben, so muss auf eine anderweitige Sicherung Bedacht genommen werden. Unter dem unteren Keilgeviere werden starke Eisenstangen, Fig. 10, gelegt, und an einem Geviere, über dem zu kalfaternden Stücke der Zimmerung, werden starke Holzstücke in den Ecken angenagelt und an diesen mit Eisenstangen, die einen Splifsnagel und oben Schraubenmuttern haben, das untere Geviere aufgehängt und das ganze Stück der Zimmerung zusammengespannt.

Biegt sich irgend ein Geviere durch, so sucht man dasselbe durch vorgelegte Eisenschienen zu halten; bricht ein Joch oder eine Kappe, so muss zu Auswechselung geschritten werden; dasselbe wird herausgehauen, und ein neues etwas kürzeres und nach Hinten zu verschwächtes eingezogen und genau so, wie bei Legung eines Schlussgevieres, verfahren. Bei der Schwierigkeit dieser Arbeit ist es durchaus nothwendig, bei der Auswahl der zu dieser Zimmerung zu verwendenden Hölzer mit grosser Sorgfalt zu verfahren, und nur ganz gesunde, durchaus astfreie dazu zu verwenden; dies lässt sich bei kurzen Holzstücken, wie sie zu achteckigen Schächten gebraucht werden, viel leichter erreichen, als bei langen, welche durch quadratische oder in einem höheren Maasse durch oblonge bedingt werden.

Wasserdichte Zimmerung in obern, wasserreichen Gebirgslagen im Worm-Reviere. In den westlichen und noch mehr in den nordwestlichen Theilen

des Wormreviers werden die Steinkohlenflötze von horizontalen, sehr verschiedenartigen Schichten bedeckt, unter denen sich ein sehr wasserreicher grober Sand oder Grand auszeichnet, welcher in der Gegend Fluss genannt und unter Lehm und trockenem Sandlager in der Tiefe von weniger als 50 Fuss angetroffen wird. Derselbe besitzt eine Mächtigkeit von 2 bis in seltenen Fällen 30 Fuss. Gewöhnlich liegt unter demselben ein wasserhaltendes Lettenlager, Kruste genannt, selten über 4 Fuss stark, und in Bezug auf die Durchteufung der obern, wasserreichen Sandschichten von grosser Wichtigkeit. Unter demselben folgt ein thoniges Gebirge, Backert oder Bagger, das theils aus einer örtlichen Zersetzung des Schieferthons der Kohlenformation hervorgegangen zu seyn scheint, theils sich als ein zäher, graulich schwarzer Letten darstellt, aber wohl ohne scharfe Grenze in das darunterliegende Kohlengebirge übergeht.

Wo die Kruste unter dem Flusse fehlt, wird es in der Regel nicht möglich seyn, einen Schacht durchzubringen und die, in demselben liegenden Wasser abzudämmen; hiervon muss man sich daher schon vorher überzeugen.

Das Verfahren, dessen man sich bei dem Abteufen und der Verdämmung bedient, ist folgendes, sowie es auf einem Schachte der Grube Spanbruch 1822 zur Anwendung kam.

Der Schacht wird in grösseren Dimensionen, als ihm späterhin verbleiben sollen, in Bolzenschrotzimmerung bis auf die Kruste, also durch den Fluss hindurch, abgeteuft, Fig. 11, Taf. 17 *B*; in der Kruste fängt man alsdann an, eine ganze Schrotzimmerung, aus $3\frac{1}{2}$ Zoll starken Bohlen, die an den Enden ineinander gespündet sind, so aufzusetzen, dass zwischen der äussern Zimmerung und dieser innern ein Raum von etwa 7 Zoll frei bleibt. Die einzelnen Geviere dieser Schrotzimmerung werden genau schliessend gearbeitet und untereinander durch Zapfen verbunden; und so führt man diese innere Zimmerung etwas über den Fluss hinaus. Die Fugen werden mit Moos verstopft und der Zwischenraum zwischen den beiden Zimmerungen mit gut durchgearbeitetem Letten ausgeschlagen. Ist der Fluss nicht sehr mächtig, wie in dem angeführten Falle, nur gegen $2\frac{1}{2}$ Fuss, so reicht man hiermit aus, um die in demselben stehenden Wasser vom Schachte abzuhalten; besitzt derselbe aber eine grössere Mächtigkeit, die Wasser also eine grössere Druckhöhe, so wird in diesen Räumen eine zweite Schrotzimmerung von 6 Zoll starkem Holze, in ganz gleicher Weise von der Kruste bis über den Fluss hinaus aufgeführt, wobei man etwa einen Raum von 6 Zoll hinter denselben offen lässt, welcher ebenfalls mit gut durchgearbeitetem Letten dicht ausgeschlagen wird. Durch diese Mittel gelingt es hier, die Wasser abzuhalten, und der Schacht wird alsdann mit Bolzenschrot und Verpfählung weiter abgeteuft, so dass die Wasser nicht unter der einfachen oder doppelten ganzen Schrotzimmerung durchbrechen können.

In England wendet man entweder die weiter oben bei'm allgemeinen Verfahren beschriebene, oder die sogleich zu beschreibende gusseiserne, oder die im Vorhergehenden beschriebene, im Norddepartement benutzte Verdämmung an, und zwar mit 8 oder 10eckigen Kränzen. Von der frühern viereckigen ist man jetzt überall abgekommen, indem man einsah, dass bei den viereckigen Schächten die einzelnen Jöcher und Kappen zu lang wurden, um dem ungeheuren Drucke Widerstand zu leisten, und es grosse Schwierigkeiten fand, schliessende Verbindungen in den Ecken herzustellen. Mit Bezug auf die so eben beschriebene Abdämmungsmethode im Norddepartement, bemerken wir hier noch Folgendes: Bei'm stärksten Drucke wendet man in England

Kranzstücke von 4 Fuss Länge, 10 Zoll Stärke, 7 bis 8 Zoll Höhe vom besten Eichenholz an, deren Ganzes einen Cirkel bildet. Zwischen den Köpfen der einzelnen Kranzstücke werden dünne Bretchen mit der Stirn nach der innern Schachtseite gelegt, und ebenso zwischen den aufeinander folgenden Kränzen, deren Stücke übereinander greifen. Bei dem Verkeilen des untersten Kranzes stellt man die Keile nicht in concentrischen Ringen, weil dadurch ein ungleichförmiger Druck auf den obern und untern Theil des Kranzes ausgeführt wird, sondern in diagonalen Reihen, wobei ebenfalls eine völlige Verdichtung erreicht wird. Der Raum zwischen den Kränzen und dem Gesteine wird ganz mit Holzstücken ausgefüllt. Die Verkeilung der verticalen und horizontalen Fugen beginnt erst, nachdem alles Holz gelegt ist; die Keile werden reihenweis nacheinander angezogen. Während dieser Arbeit lässt man das Zapfloch im untern Kranze noch offen und schliesst es erst, wenn dieselbe beendigt ist. Mit den verticalen Holzstücken der einzelnen Fugen wechselt man ab, so dass dieselben nicht alle in einem Lothe zu liegen kommen, als bei den 8-, 10- und 15eckigen Kränzen. Mörtel hinter den Kränzen wird nicht angewendet.

Gusseiserne Abdämmung. Die besten Cuvellirungen sind diejenigen, bei denen Segmente von Gusseisen angewendet werden. Der erste Versuch dieser Art ward im Jahre 1795 durch Hrn. Barnes im Königsschachte auf der Grube Walker bei Newcastle ausgeführt. Er wendete gegossene eiserne Cylinder an, die an ihrem nach Unten gekehrten Umfange mit einer Schneide versehen waren und entweder durch Gewichte oder durch Schrauben zum Senken gebracht wurden. Dies Verfahren zeigt sich aber nur zu Anfange eines Abteufens anwendbar. Hr. Buddle wendete 1796 zuerst, statt der aus dem Ganzen gegossenen cylindrischen Ringe, einzelne Segmente an, die zu einem Cylinder zusammengesetzt wurden. Die Ohren oder Laschen, mit welchen die einzelnen Segmente aneinander befestiget werden, sind nach Innen, nämlich nach der Schachtöffnung, gerichtet. Die Befestigung geschieht durch Bolzen oder durch Schrauben. Die innere Fläche, welche durch die neben- und übereinander liegenden cylindrischen Segmente gebildet wird, muss mit schwachen Fichtenbretern verschalt werden, damit die aufstehenden Verbindungslaschen das Hängenbleiben der Fördergefässe nicht veranlassen können. Dies Verfahren ist jedoch kostbarer, als die gewöhnliche hölzerne Verdämmung.

Endlich wurden 1804, auf dem Schachte Houdon, zum ersten Male gusseiserne Rahmenstücke angewendet, welche weder aneinander gebolzt, noch aneinander geschraubt wurden, und bei denen die Verbindungslaschen nach Aussen gekehrt waren. Dies Verfahren ist seitdem fast allgemein in England, wenn eine Verdämmung der Schächte erforderlich ist, eingeführt worden. — Es ist einleuchtend, dass der Druck mit der grössern Teufe zunimmt, und dass daher die Eisenstärke in grössern Teufen auch verhältmässig grösser seyn muss.

Der Director einer nahe bei Newcastle liegenden Grube, Herr Dunn, liess einen Schacht abteufen, wobei man durch das getroffene schwimmende Gebirge grosse Hindernisse erfuhr. In einer Teufe von 7 Lachtern kam man auf eine Wasserquelle, die in der Minute 200 Gallonen Wasser lieferte, konnte jedoch bis zu einer wasserdichten Gebirgsschicht mit dem Abteufen niederkommen. Auf diese ward, vollkommen horizontal, ein sehr genau und sorgfältig gearbeiteter Kranz gelegt, dessen Umfang mit Segmenten aus Eichenholz von 9 Zoll Länge und 8 Zoll Stärke aufgefuttert und die Segmente mit glatten tannenen Bretern sorgfältig gedichtet wurden. Mit dem so vorge-

richteten Kranze ward zum Picotiren geschritten. Ueber dem Kranze ward eine Cuvelage aus gusseisernen Segmenten von 4 Fuss Länge, 2 Fuss Höhe und $\frac{3}{8}$ Z. Dicke vorgerichtet. Die Verbindungslaschen sprangen in einer Länge oder Höhe von 3 Zoll nach dem äussern Umkreise vor. Zwischen den gusseisernen Segmenten ward ein tannenes Bret zur Verdichtung eingeschoben und der leere Raum hinter den Segmenten mit Holz, Steinen oder Erde ausgefüllt. Diese Vorrichtung diente als Grundlage für die aufzuführende Mauerung, wodurch der Zudrang der Wasser vollständig abgeschnitten ward. 22 Lachter vom Tage nieder traf man eine Kluft, die in der Minute 300 Gallonen Wasser schüttete und musste noch 6 Lachter niedergehen, um eine wasserdichte Schicht zu finden. Hier wurden zwei Picotagen vorgerichtet und darüber eine gusseiserne Cuvelage von $6\frac{1}{2}$ Lachter Höhe. Jedes Segment hatte dieselben Dimensionen, wie die Segmente der obern Picotage, aber die Eisenstärke betrug $\frac{1}{2}$ Zoll. Diese zweite Cuvelage ward oben abermals mit einer Picotage versehen, die eine Reihe von Spreitzen enthielt, welche einen Druck von Oben nach Unten ausüben. In 36 Lachter Teufe musste eine dritte Verröhrung des Schachtes von 24 Fuss Höhe vorgenommen werden. Endlich in 24 Lachter Teufe fand eine vierte Cuvelage statt, wobei die Eisenstärke der Segmente $\frac{5}{8}$ bis $\frac{6}{8}$ Zoll betrug.

Fig. 9, Taf. 17 ist ein senkrechter Durchschnitt von einem Theile dieser gusseisernen Cuvelage nebst der obern und untern Picotage. Die senkrechten Fugen der Kreissegmente stehen nicht übereinander, und zwischen allen waren, wie in den horizontalen, dünne Bretchen angebracht. Den leeren Raum hinter der Cuvelage und vor dem Gebirge versetzte man mit Holz, Steinen und anderm Versatz. Auf die ganze gusseiserne Cuvelage wurde eine runde Schachtmauerung gesetzt, und wo die Fugen nicht dicht waren, wurden Keile eingetrieben. — Nachdem aber der ganze Schacht auf die beschriebene Weise wasserdicht gemacht worden war, hatten die Brunnen in seiner Umgegend wiederum Wasser. Hr. Buddle verdämmte in der Nähe von Newcastle einen Schacht, 61 Lachter hoch, mit gusseisernen Segmenten, die 6 Fuss lang, 2 Fuss hoch und 1 Zoll stark und aussen mit starken Kränzen auch mit Verstärkungsrippen versehen waren.

Hölzerne Verdämmung mit gusseiserner Armirung. Wären die Hölzer, mit denen man die Cuvelirung ausführte, zu schwach, so dass sie von den Wassern gebogen würden, so könnte man die Kränze oder Jöcher durch eiserne Armaturen verstärken, welche in der Mitte von der Höhe der Seiten angebracht werden. Hr. Evrard hat in den *Annales des Mines*, 4. Reihe, Bd. 2, S. 701 etc., ein solches System von Armirungen beschrieben, welches er bei der Cuvelirung eines Schachtes zu Vicoigne in Frankreich angewendet hat. Die Armirung eines jeden Kranzes besteht aus zwanzig Stücken Gusseisen, die an den Stücken der zehnseitigen Kränze festgenagelt und durch eiserne Schliesskeile miteinander fest verbunden sind. Es bildet daher die Armatur eines Kranzes im Innern einen Kreis. Um die Vorsprünge, die dadurch entstanden sind und an denen die Fördertonnen hängen bleiben könnten, zu vermeiden, ist es nothwendig, im Innern des Schachtes einen Lattenbeschlag anzubringen, der an Klötzen befestigt werden kann, die man auf die Kränze nagelt. Hr. Evrard bemerkt, dass eine auf diese Weise mit Gusseisen armirte Cuvelirung etwas wohlfeiler, als eine blos hölzerne, sey, welche ebenso vollständigen Widerstand zu leisten vermöge, als jene. Jedoch dürfte man nur dann zu diesem Mittel greifen, wenn die Anschaffung von starkem und fehlerfreiem Eichenholze mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist.

Reparatur der Cuvelirungen. Sowohl die hölzernen, als auch die gusseisernen Verdämmungen müssen aus sehr guten, mit der grössten Sorgfalt ausgewählten und geprüften Materialien bestehen, damit diese Art des Schachtausbaues, so wenig als möglich, Reparaturen bedürfe, die stets sehr schwierig und nachtheilig sind. Wenn das Stück einer hölzernen Cuvelirung durch den Druck zerbricht, denn dem Faulwerden ist sie sehr wenig unterworfen, weil das stets auf sie einwirkende Wasser sie dagegen schützt: so befestigt man die übrigen Seiten desselben Kranzes, mittelst eisernen Bändern und Holzschrauben, mit den obern und untern Kränzen. Auch das unmittelbar über dem beschädigten Kranzstücke befindliche Stück befestigt man an dem obern. Darauf hauet man das zerbrochene Stück mit der Axt heraus und ersetzt es durch ein anderes, welches man auf dieselbe Weise einbringt, wie das Schlüsselstück bei dem obersten Kranze einer Cuvelirung. Nachdem dies geschehen ist, kalfatert man alle horizontalen Fugen von Neuem und verdichtet sie selbst durch eine horizontale Verkeilung, die unter dem nächsten Trage- oder Keilkranze über der reparirten Cuvelirung angebracht wird.

Wenn die durch die gemachte Oeffnung durchbrechenden Wasser bei der Auswechselungsarbeit hinderlich wären, so könnte man sie, durch einige Löcher, welche durch untere Kränze gebohrt werden, und welche später wieder verspündet werden, abfliessen lassen.

Ist ein Trage- oder ein Keilkranz durch einen Bruch unbrauchbar geworden, so muss er ganz ausgewechselt werden, und zu dem Ende ist es erforderlich, mehrere darüber befindliche Kränze auch wegzunehmen und den übrigen Theil der ohne Stütze befindlichen Cuvelirung an den obern Trage- und Keilkränzen aufzuhängen. Man sieht übrigens ein, wie wichtig es ist, solche Auswechselungen und Reparaturen zu vermeiden, weil die Wasserhaltungsmaschinen der verdämmten Schächte leicht unzulänglich seyn können, um die vielen, bei einer Reparatur im Schachte aufgehenden Wasser gewältigen zu können. Die Folgen sind alsdann eine längere oder kürzere Betriebsunterbrechung und ein Ersaufen von einem Theile der Baue.

Bei gusseisernen Cuvelirungen begnügt man sich oft genug, die zerbrochenen Segmente durch eiserne Bänder und Krampen zu halten und das durchsickernde Wasser durch ein Kalfatern aufzuhalten. Wenn diese Schutzmittel unzureichend sind, so muss man das zerbrochene Segment mit einem Schlägel zerschlagen und es durch ein anderes ersetzen.

Schachtabteufen mit Zimmerung in sehr losem Gebirge, wie schwimmender Mergel, Thon und Sand.

Das gewöhnlich angewendete Verfahren, um einen Schacht mit Zimmerung in sehr losem und schwimmendem Gebirge abzuteufen, ist dem ähnlich, welches man bei'm Streckenbetriebe im schwimmenden Gebirge anwendet. Man legt rechteckige Jöcher gegen die Schachtstösse und treibt hinter dieselben dicht aneinander stehende und etwas divergirende Pfähle ein, die auf diese Weise dem Absinken vorangehen.

Die Fig. 21 bis 29, Taf. 12, stellen die Details dieser Arbeit dar, sowie sie im schwimmenden Gebirge auf der Friedrichsgrube bei Tarnowitz ausgeführt und von Hrn. Thürnagel in Karsten's Archiv, 1. Reihe im 2. und 4. Bande beschrieben worden ist.

Ist der Schachtpunct gegeben, so werden zuerst die Rüstbäume gelegt, durch welche die dem Schachte zu gebende Weitung bestimmt wird. Die Rüstbäume sind

4 Stück unbeschlagenes Holz, jedes von 5 bis 6 Lachtern Länge, von welchen 2 Stück in dem Abstande der Schachtweite voneinander, parallel, unmittelbar auf den Erdboden und die andern beiden rechtwinklich darüber, im Abstande der Schachtlänge, gelegt werden. Um die genaue rechtwinkliche Lage der Rüstbäume dauernd zu erhalten, werden zuweilen die unterst liegenden ausgeschnitten, und die andern in diese Einschnitte eingelegt. Besser ist es aber, eine solche Verschwächung des Holzes zu unterlassen und das feste Liegen dadurch zu bewirken, dass man die Enden der Rüstbäume in aufgeschütteten Letten einlagert, wie solches auch gewöhnlich geschieht. Uebrigens nimmt man zu den Rüstbäumen die stärksten Stammenden von gewöhnlichem Grubenholze, das bei einer Länge von 22 Ellen, am Stamme 10 bis 12 Zoll, am Wipfelende 6 bis 8 Zoll im Durchschnitte zu messen pflegt *).

Die Lichtenweitung, welche den Schächten gewöhnlich gegeben wird, ist in der Länge $1\frac{2}{8}$ Lachter = 100 Zoll; in der Breite $\frac{6}{8}$ = 60 Zoll. Von diesen Dimensionen weicht man nur in dem Falle ab, wenn eine besondere, im Schachte zu bewirkende Verrichtung, wie, z. B., der Einbau von Maschinentheilen, eine grössere Weitung erfordert. Geschieht dies, so versteht es sich von selbst, dass zur ganzen Zimmerung, also auch zu den Rüstbäumen, stärkeres Holz genommen werden muss. Die erforderliche Stärke desselben muss alsdann nach der vermuthlichen Beschaffenheit des zu durchsinkenden Gebirges und vorzüglich nach der Weite des Schachtes beurtheilt werden. Die Länge des Schachtes hat bei dieser Beurtheilung weniger Einfluss, weil dem Längendrucke durch angetriebene Spreitzen leicht ein verstärkter Widerstand geleistet werden kann.

Gewöhnlich findet das Abteufen in den ersteren Lachtern keine Schwierigkeiten. Wenn in den obersten Gebirgslagen keine Wasser vorhanden sind, welche die Stösse ausspülen und dadurch ihr Einstürzen bewirken, diese daher von selbst stehen, kann man ein Lachter auch tiefer niedergehen, ohne nöthig zu haben, gleich mit der Zimmerung dem Absinken zu folgen. Man legt dann $\frac{6}{8}$ oder 1 Lachter unterhalb der Rüstbäume das erste Jochpaar mit seinen Einstrichen auf die feste Schachtsohle, verzieht die Stösse mit Pfählen, und sichert das ganze Feld in seiner Mitte durch Einwechseljöcher, die durch 8 Bolzen in den 4 Ecken des Schachtes gezwungen sind, in der ihnen gegebenen Lage zu bleiben. Vier Bolzen, auf den Hauptjöchern ruhend, tragen nämlich die Einwechseljöcher, die 4 andern sind zwischen diesen und den Rüstbäumen angetrieben. Spreitzen, zwischen jedem zusammengehörigen Paare, sowohl Haupt- als Einwechseljöcher, eingetrieben, setzen dem Längendrucke einen verstärkten Widerstand entgegen und theilen den ganzen Schachtraum in zwei gleiche Theile, von denen der eine zum Fahr-, der andere zum Ziehschachte dient.

Das Eintreiben der Spreitzen, auch das Legen der Einwechseljöcher, geschieht indessen, zur Förderung der Arbeit, und wenn kein starker Druck verspürt wird, in der Regel erst dann, wenn schon 2 bis 3 Felder abgesunken sind. Durch ein solches Verfahren wird der Vortheil erlangt, dass sich in der Zwischenzeit das Gebirge fester an die Pfähle anlegen kann und durch das spätere Antreiben der Spreitzen die ganze Zimmerung in einer um so grösseren Spannung erhalten wird, die dem Setzen des Schachtes auf der einen oder der anderen Seite kräftiger entgegenwirkt.

*) Diese Angaben sind zur Vermeidung von Bruchtheilen nach schlesischem Maasse gemacht, welches sich zum alten Pariser, wie 1 : 1,128 verhält. Dasselbe Maass ist bei allen folgenden zum Grunde gelegt.

Das aus den ersten Lachtern bei'm Abteufen gewonnene Gebirge wird dicht an die Rüstbäume gestürzt, über welche man bald den Schacht durch das Aufsetzen von ganzer Schrotzimmerung erhöht. Das ist der zu stürzenden Halde wegen nothwendig, von deren zu erwartenden Grösse die Erhöhung abhängig gemacht wird, und 1—2 Lachter auch mehr austrägt. Auf dem letzten Schrote kommt das Schachtgeviere zu liegen, welches jedesmal zum Aufstellen von zwei Haspeln vorgerichtet ist.

Die aufgesetzte ganze Schrotzimmerung wird ebenfalls mit Pfählen verzogen, wovon sich der Nutzen bei künftig erfolgenden Auswechselungen einzelner oder mehrerer Zimmer ergiebt. Hinter den Pfählen und rund um dieselben herum wird die Halde alsdann dicht angestürzt.

Die durch das Verziehen in den ersten Lachtern des Abteufens hinter den Pfählen etwa entstehenden Höhlungen müssen sogleich mit Gebirge ausgesetzt werden, weil auf diese Weise eine gleichförmigere Vertheilung des Drucks auf die ganze Zimmerung bewirkt wird.

Zu den Pfählen nimmt man gesäumte kieferne Breter von 12 Ellen Länge, $1\frac{1}{2}$ Z. Stärke und reichlich 12 Zoll Breite. Ein Bret giebt vier Stück Pfähle her, jeden von 72 Zoll Länge, nur in den ersteren Lachtern kann man, zur Ersparung von Holz und wenn es sonst angeht, die Pfähle etwas länger anwenden, und schneidet drei Stück aus einem Brete.

Die Jöcher und Einstriche, Fig. 21 und 22, werden bei 10—12 Z. Entfernung von ihren beiden Stirnenden bis zur halben Holzstärke eingeschnitten, und bis zum Einschnitte abgeplattet. Man legt die Jöcher zuerst, und zwar so, dass die an den Enden abgeplattete Seite oben zu liegen kömmt, nachher die Einstriche, welche die umgekehrte Lage erhalten, und über die Jöcher übergreifend und von ihnen getragen, in zweckmässiger Verbindung ein vollkommenes Rechteck mit denselben darstellen. Keiner weiteren Erinnerung bedürfend und aus dem Vorigen klar ist es, das die Schächte im schwimmenden Gebirge seiger abgeteuft werden; aber nicht genug ist es zu empfehlen, die Jöcher wagerecht und mit den Einstrichen genau im rechten Winkel zu legen, auch fleissig das Loth zur Hand zu nehmen, um den Schacht in allen 4 Ecken völlig seiger zu erhalten, sowie das Vorspringen einzelner Theile der Zimmerung, wodurch eine Verendung entstehen würde, zu verhüten. Das Abnehmen von Jöchern und Einstrichen ist leicht, weil beide in feststehenden Dimensionen wagerecht gelegt werden; nur Genauigkeit wird dazu erfordert.

Die benöthigten Bolzen werden in der jedesmal erforderlichen Länge genommen, und an beiden Seiten glatt abgeschnitten, Fig. 23; die Spreitzen, Fig. 24, hingegen ausgeschaart.

Sowie die Zimmerung in den ersten Lachtern eines abzuteufenden Schachtes beschrieben worden, in derselben Art wird sie auch bei'm weiteren Niedersinken fortgesetzt; nur sind die einzelnen Arbeiten verändert. Sie folgen anders aufeinander, und ihre Ausführung ist mit grösseren Schwierigkeiten verknüpft. Um diese kennen zu lernen, denken wir uns, Kürze halber, das Abteufen bis zu einem recht schwierigen Puncte gediehen, und folgen den einzelnen Arbeiten, wie sie sich Schritt vor Schritt aneinander reihen.

In Fig. 25 sind *a, a* die Schwanzenden der Pfähle von dem zuletzt abgetriebenen Anstecken, vor welchen die Jöcher *b, b* mit ihren Einstrichen *c, c* in der ihnen zukommenden richtigen Lage gelegt worden. Weil aber die Schachtsohle nicht fest, und

ein Einsinken der Jöcher zu befürchten ist, so werden an jedem kurzen Schachtstosse zwei Bretstücke *d, d* untergeschoben, die beide unter die Jöcher und das eine unter den Einstrich greifen und sie tragen. Sie dürfen nur so lang genommen werden, dass sie das spätere Anstecken und Treiben von Pfählen nicht hindern. Jetzt wird von einem zur Hälfte gespaltenen Brete die Pfändung *e e* genommen, vor die Pfähle *a, a* des letzten Ansteckens gelegt, und durch die Pfändekeile *f, f* an jene Pfähle fest angetrieben. Durch dieses Antreiben ist man im Stande, das Jochgeviere, wenn es ja aus seiner richtigen Lage um Etwas verrückt seyn sollte, wieder zu richten; man giebt demselben schon einige Verbindung mit der oberen Zimmerung, und erhält zwischen den Jöchern und der Pfändung einem Raum von 2 bis 2½ Zoll Breite zum neuen Anstecken. Wie breit dieser Raum genommen werden muss, ist von der wahrscheinlichen Länge des folgenden Feldes abhängig zu machen; er muss breiter seyn, wenn letzteres kurz, schmäler, wenn es lang wird. Denn im ersteren Falle muss man die Pfähle weiter hinaussehen lassen, soll nichts an der Schachtweite verloren gehen, deswegen, weil die Pfähle zwei- und dreifach übereinander zu liegen kommen, welches bei längeren Feldern nicht geschieht. In sehr kurzen Feldern wird, ebenfalls aus dem Grunde, um keine Weite im Schachte zu verlieren, die Pfändung *e e* nicht aus einem 1½zölligen Bretstücke, sondern stärker gemacht.

Hierauf fängt das Anstecken an, und zwar in einer Ecke des Schachtes. Man bedient sich dazu eigends zugerichteter Eckpfähle, Fig. 26. Ein gewöhnlicher, $\frac{7}{8}$ Lachter langer und 12 Zoll breiter, Treibepfahl wird nämlich von Unten herauf abgeschrägt, so dass er nur 6 Z. am Kopfende breit bleibt; die schräge Seite wird vorsichtig gesäumt. Zwei solcher Pfähle werden nun zwischen Joch und Pfändung dergestalt eingesetzt, dass ihre breiten Enden und schrägen Seiten unten in der Schachtecke einander berühren. Da beide Abtreibestreben erhalten und in das Gebirge schräg hineingehen, so machen sie bei der ihnen gegebenen Form immer in der Ecke zu, was beabsichtiget wird. Greifen sie einmal zu sehr in die Stösse und fangen an, oben sich aufzumachen, so kann man sie leicht durch einige Seitenschläge wieder zusammenbringen, oder hilft sich auch durch das Einschieben von einem kürzeren keilförmigen Pfahle, wenn die Seitenschläge nicht mehr fruchten sollten.

Sind die Eckpfähle in einer Ecke so weit, als rathsam, niedergetrieben, so wird rundherum im Schachte mit Pfählen angesteckt, die man ebenso weit niedertreibt. Die Pfändekeile werden dabei herausgenommen, nach und nach, wie die Arbeit fortrückt, und dafür die einzelnen Pfähle, wenn es Noth thut, verkeilt. Das Treiben der Pfähle geschieht mit einem grossen eisernen Fäustel, von 18 bis 20 Pfd. schwer. Es giebt dergleichen geschmiedete und gegossene Fäustel, und beide, blos auf Holz angewendet, leisten gleichgute Dienste. — Um das Treiben der Pfähle zu erleichtern, werden dieselben unten zugeschärft. In sehr bösartigem Gebirge säumt man sie nochmals recht genau, damit sie desto dichter und besser aneinander passen.

Ihnen die erforderliche schräge Richtung in's Gebirge hinein bei'm Treiben zu geben, ist noch eine zweite, eine obere Pfändung nöthig, welche mehrentheils durch das im oberen Felde liegende verlorne Joch erhalten wird. Ist dieses nicht mehr der Fall, so wird eine besondere Pfändung in der Gegend des obern Feldes in Schachtklammern aufgehängt, wohin die Köpfe der Pfähle des neuen Ansteckens, wenn dieselben zur Hälfte niedergetrieben worden, hintreffen. Jenachdem die Pfähle mehr oder weniger greifen sollen, wird die Pfändung stärker oder schwächer genommen.

Wie weit man ein Anstecken Pfähle mit einem Male treiben kann, ist von der Beschaffenheit des zu durchsinkenden Gebirges abhängig, welche auch die Länge eines jeden einzelnen Feldes bestimmt. Ist das Gebirge sehr schwimmend, so würde es keine Schwierigkeiten machen, die Pfähle in ihrer ganzen Länge mit einem Male abzutreiben, wenn nicht andere Umstände ein solches Verfahren ganz unstatthaft machten. In diesem Falle ist man nämlich genöthigt, auf folgende Weise zu verfahren.

In der Mitte des Schachtes ist schon von der frühern Arbeit her das Vorgesümpfe *g*, Fig. 25, vorgerichtet, welches durch das, nach Jöcherart construirte, kleine Geviere *h h* gebildet wird, um welches rundherum $\frac{1}{2}$ Lachter lange Pfähle angesteckt und abgetrieben sind. Es hat die Form eines Quadrates von $\frac{3}{8}$ Lachter Seitenlänge und wird bei'm weiteren Absinken des Schachtes im Ganzen fortgetrieben, indem man zugleich das kleine Geviere mit den Pfählen treibt. Um zu verhüten, dass das Vorgesümpfe von Unten herauf nicht beständig zugemacht werde, indem es ohnedies schon häufig genug durch die unreinen Wasser verschlämmt wird und ohne Unterlass gesäubert werden muss, stopft man mit einem meisselförmigen Spiesse Stroh unter die Pfähle, ehe man sie weiter treibt, wobei man beabsichtigt, dass sich das Stroh theils hinter den Pfählen anlegen, theils in der Sohle des Gesümpfes sich verwirren soll, um das Aufdrängen des schwimmenden Gebirges, wenn auch nicht gänzlich zu verhindern, doch wenigstens aufzuhalten. Der Hauptzweck des Vorgesümpfes ist, die ganzen Wasser aus der Schachtsohle zu sammeln, die daraus leicht geschöpft und in Tonnen herausgezogen werden können; zu gleicher Zeit befördert es aber auch das Absinken selbst.

Sobald angesteckt ist, treibt man die Pfähle, denen man ebenfalls fleissig Stroh mit dem Spiesse unterschiebt, damit es sich hinter denselben anlegen, das schwimmende Gebirge verdichten und dessen Durchdringen, wenn zwischen zwei Pfählen eine Fuge entstanden seyn sollte, verhindern möge, langsam fort. Wenn auf diese Weise die Pfähle des ganzen Ansteckens 1 bis 3 Achtel Lachter niedergetrieben sind, nimmt man unter stetem Vortreiben des Vorgesümpfes aus der Schachtsohle ebensoviel Gebirge heraus. Man fängt damit in einem der kurzen Stösse an, und sucht zunächst das vordere Unterzugbret *d* (Fig. 25) tiefer zu legen. Ist dies gelungen, so werden geschwinde die Bolzen *i, i* geschnitten, welche, auf dem Unterzuge ruhend, das Hauptjoch *b* abfangen und tragen. Mit dem zweiten Unterzugbrete wird ebenso verfahren und dann nach dem andern Stosse herübergegangen. Da die Bolzen zum Abteufen der Jöcher bald kürzer, bald länger werden und nicht immer soviel Zeit übrig ist, dieselben erst abnehmen und schneiden zu können, so sind im Abteufen beständig mehrere dergleichen von verschiedenen Längen vorhanden, von welchen jedesmal der am Meisten passende genommen und durch Keile, die ebenfalls beständig vorräthig seyn müssen, fest angetrieben wird. Das Ankeilen der Bolzen hat, ausser verminderter Arbeit bei'm Hinbringen und einer nicht unbedeutenden Holzersparung, auch noch den Vortheil, dass sich die Bolzen, welche doch nur verloren hingebracht werden, nachher leichter wieder wegnehmen lassen.

Durch die Länge der Pfähle von 72 Zollen ist die grösste Länge eines Feldes bestimmt, die zwischen zwei Hauptjöchern nicht mehr als $\frac{5}{8}$ Lachter austragen kann. Erlaubt das Gebirge so grosse Felder, so treibt man die Pfähle $\frac{3}{8}$ Lachter unter das gelegte Hauptjoch fort und legt nun ein verlornes Joch. In einem sehr schwierigen Gebirge hingegen muss oft schon $\frac{2}{8}$ Lachter unter das letzte Haupt- oder Ansteckjoch, ein neues Ansteckjoch gelegt werden, und dann muss man das verlorne Joch

schon hinbringen, wenn die Pfähle 12—15 Zoll abgetrieben sind. Zum verlornen Joche, welches wie das Hauptjoch zusammengefügt wird, nimmt man gewöhnlich Halbholz, und nur in sehr druckhaftem Gebirge ganzes Holz, dieses jedoch etwas schwächer, als zur übrigen Zimmerung.

Der Zweck des verlornen Joches ist, zu verhüten, dass die Pfähle nicht zu weit in den Schacht hinüber gedrückt werden und dieser dadurch nicht an Weite verlieren könne. Durch den Druck der anliegenden Pfähle wird es in Spannung erhalten, doch ist dieses noch nicht hinreichend, es völlig gegen ein Herunterfallen zu sichern. Man hängt es desshalb mittelst 8 Stück Schachtklammern in den Schachtecken auf, entweder an dem Hauptjoche, bei kurzen Feldern, oder bei längeren Feldern an den Pfählen. Ist letzteres geschehen, so versteht es sich von selbst, dass man die Klammern wegnimmt, wenn der Pfahl, worin sie eingeschlagen waren, weiter getrieben werden soll. Man hängt während der Zeit das Joch am nächsten Pfahle auf.

Nach dem Legen des verlornen Joches geht das Pfähletreiben und Abteufen ganz in der vorgeschriebenen Art bis zum Hinbringen des neuen Haupt- oder Ansteckjoches fort. Nur zu bemerken ist noch, wie man das gelegte Hauptjoch beständig in seiner richtigen Lage erhält.

Es fällt in die Augen, dass dieses nur durch eine zweckmässige Verholzung von Unten herauf, wie bei'm Abteufen der ersten Hälfte des Feldes, gesehen kann, die aber schwieriger wird, sobald das verlorne Joch liegt. Alsdann muss man jeden Bolzen, wo er an das verlorne Joch trifft, durch dieses selbst verschwächen, damit er unter das Hauptjoch greifen und dasselbe stützen könne. Ist das verlorne Joch zu stark, so dass ein Verschwächen der Bolzen nicht gut angeht, so müssen die letzteren auf ersteres aufgesetzt, auch wohl angeklammert, und dieses bei'm weitern Absinken in Ansehung der Verholzung wie ein Hauptjoch behandelt werden. In manchen Fällen ist aber auch dieses Verfahren nicht ausreichend, und man sieht sich genöthigt, eigene Unterzüge unter die Hauptjöcher zu bringen, die, von besondern Stempeln getragen, auf den Unterzugbretern in der Schachtsohle ihren Aufruhepunct erhalten. Ungern entschliesst man sich aber zu diesem Sicherungsmittel, weil eine die Arbeit störende Verbauung des Schachtraumes die unangenehme, unausbleibliche Folge davon ist.

Ehe ich in der angefangenen Beschreibung fortfahre, muss ich zuvor angeben, woraus man beurtheilt, ob eine Feldzimmerung kürzer oder länger genommen werden kann. Wie schon gesagt, ist die Felderlänge von der Beschaffenheit des Gebirges abhängig. Verhält sich dasselbe ruhig, so sind längere Felder möglich; arbeitet es hingegen stark, und wirft es sprudelnd Sand und Kurzavka mit Gewalt von Unten herauf in die Höhe, so muss man die Felder kürzer fassen. Dieses Arbeiten ist öfters so gross, dass das Ansteckjoch mit allen Pfählen beträchtlich gehoben, und der Schacht bis in der Höhe eines Lachters verschlämmt wird. Ereignet sich dies, so muss der Schacht wieder rein gefördert, das Ansteckjoch von Neuem gerichtet, und wenn das Gebirge wieder etwas zur Ruhe gekommen, das Abteufen mit aller Vorsicht fortgesetzt werden. Dass man in solchen Fällen gern ein Hauptjoch legt, sobald nur Platz zum Hinbringen des Einwechseljoches vorhanden ist, leuchtet ein; ebenso auch, dass die Pfähle durch starke Pfändungen gezwungen werden müssen, weit in die Stösse hinüber zu greifen, weil sich durch die verlornen Jöcher, die dem Hauptjoche zu nahe zu liegen kommen, für diesen Zweck weniger thun lässt. Gern sieht man es, wenn man bei kurzen Feldern die Pfähle völlig abtreiben kann, weil sie alsdann zwei- bis dreifach

übereinander greifen und desto sicherer jeden Durchbruch des Gebirges von der Seite verhindern. Steht aber zu befürchten, das Gebirge möchte dieselben zu weit in den Schacht hineindrücken, so unterlässt man das völlige Niedertreiben und haut sie lieber oben ab.

Kann nach dem völligen Abtreiben der Pfähle das neue Ansteckjoch gelegt werden, so geschieht dies in der Art, wie es oben beschrieben worden. Dabei findet indess der vielen Abfangebolzen wegen einige Verhinderung statt, indem dieselben nach und nach weggeschlagen und durch Andere ersetzt werden müssen, eine Arbeit, die richtige Beurtheilung und viel Vorsicht erfordert. Die grösste Vorsicht muss dabei angewandt werden, weil durch Vernachlässigung derselben leicht ein Feld zu Bruche gehen und dieses ein Zusammengehen des ganzen Schachtes zur Folge haben kann. Trifft aber auch dieser schlimmste Fall nicht ein, so macht doch jeder kleinere Bruch die folgende Arbeit doppelt und dreifach schwieriger und kostbarer und muss daher auf das Sorgfältigste vermieden werden.

Liegt das neue Hauptjoch, so werden in den 4 Schachtecken 4 Bolzen eingebracht, die das obere Joch abfangen und so lange tragen, bis die Einwechseljöcher gelegt werden. Bis dahin bleibt das verlorne Joch in der Regel ruhig liegen.

Ferner untersucht man das ganze Getriebe, ob irgendwo kleinere Oeffnungen entstanden sind, die mit Spänen, Moos oder Stroh sorgfältig verstopft werden. Grössere Oeffnungen, die auch wegen ungleichen Ganges der Pfähle entstehen können, müssen schon während des Abtreibens, sowie man sie bemerkt, zugemacht werden.

Jetzt sichert man das vorletzte Feld durch Einbau der Einwechseljöcher. Zu diesem Ende werden zunächst die Pfählköpfe vom Anstecken des unteren Feldes durch Eintreiben oder Abhauen völlig gleichgemacht und, wo es nützlich scheint, einzeln an die Pfändung angekeilt.

Hierauf legt man auf jedes der beiden Jöcher, und über die Pfählköpfe weggreifend, ein Bretstück von der Länge des Schachtes, das den Bolzen, die das Einwechseljoch tragen, zur Unterlage dient. Aehnliche, nur kürzere Bretstücken kommen über die Einstriche zu liegen, und werden durch besondere Bolzen an beiden Enden festgehalten. Die Bretstücke werden, wenn es bei zu vieler Breite nöthig ist, ausgeglichen, damit sie nicht vor den Jöchern vorstehen. Zwischen jedem Haupt- und Einwechseljoche werden noch in der Mitte der langen Schachtseite Bolzen eingetrieben und zuletzt die Spreitzen zwischen jedem Paare zusammengehöriger Jöcher eingebracht.

Durch das Legen und Anbolzen von Bretstücken über die Pfählköpfe eines jeden Ansteckens wird ein sehr grosser Vortheil erreicht, nämlich der, dass die Zimmerung mehr in's Ganze kommt, und wenn sie sich jetzt, wie dies gewöhnlich geschieht, sich im Ganzen setzen muss. Früher, ehe man noch so verfuhr, ereignete es sich öfters, dass einzelne Pfähle, oder ganze Getriebe mehr und weniger in die Höhe gedrückt wurden, wodurch grosse Uebel entstanden, denen jetzt vollkommen vorgebeugt ist.

Das Abteufen und Auszimmern des Schachtes geht in der aufgeführten Ordnung und wie beides beschrieben worden, so lange fort, als das schwimmende Gebirge aushält. Nach Erreichung des festen Letten aber, der darunter und über dem Dachgestein zu liegen pflegt, ist es die erste und nothwendigste Arbeit, unter das dahintertreffende Joch Hauptlager (Tragestempel) in beide kurze Stösse zu legen, worauf sich die ganze obere Zimmerung fest aufsetzen kann. Die Tragestempel lässt man gern $\frac{3}{8}$ Lachter an jedem Ende aufliegen. Durchsinkt man mit dem Schachte einzelne feste Lettenlagen, so be-

nutzt man dieselben ebenfalls sehr gern zum Hinbringen von Tragestempeln, auch wenn die Lagen nur 20—24 Zoll mächtig sind, weil man gefunden hat, dass die Festigkeit der Zimmerung bei einem solchen Verfahren sehr gewinnt.

Zum Beschlusse der eigentlichen Arbeiten im Schachtabteufen, und ehe ich der dabei vorkommenden Nebenarbeiten, als des Verwandruthens etc. gedenke, liefere ich noch zur bessern Einsicht des beschriebenen Verfahrens und der grösseren Vollständigkeit wegen in den Fig. 21 und 23 Ansichten, sowohl von einem langen, als von einem kurzen verzimmerten Schachtstosse: Fig. 21, ist der Durchschnitt des langen Schachtstosses mitten durch den Schacht; Fig. 23 der Durchschnitt des kurzen Schachtstosses. — In beiden Durchschnitten sind bezeichnet durch die Buchstaben:

a, a die Pfähle,
b, b die Haupt- oder Ansteckjöcher,
c, c die dazu gehörigen Einstriche,
d, d die Unterzugbreter, zum Abfangen der Jöcher,
e, e die Pfändungen,
f, f die Pfändekeile,
g das Vorgesümpfe,
h das Geviere darin,
i, i die verlornen Bolzen, kürzer und länger, ganz und angekeilt,
k, k die Einwechseljöcher,
l, l die dazu gehörigen Einstriche,
m, m Bolzen, welche *k* und *l* befestigen,
n, n die Spreitzen zur Abtheilung in Fahr- und Ziehschacht,
o, o die verlornen Jöcher, mit
p, p ihren Einstrichen, beide von Halbholz,
q, q die Breter zum Zusammenhalten eines ganzen Ansteckens Pfähle,
r, r Bolzen, die in den kurzen Stössen *q, q* befestigen.

Das Verwandruthen. Ist ein Schacht bis in das feste Gestein abgesunken und so für denselben ein festes Fundament erhalten, so wird nicht gesäumt, die ganze obere Zimmerung zu richten, im Fall einzelne Jöcher aus ihrer Lage gekommen seyn sollten, wie es gewöhnlich stattzufinden pflegt. Darauf wird derselbe doppelt an beiden kurzen Stössen verwandruthet.

Steht der Schacht im grossen Drucke, so müssen schon während des Abteufens, sobald dasselbe einige Lachter fortgerückt ist, Wandruthen eingebaut werden, deren beide Stränge man durch hin und wieder eingetriebene Spreitzen auseinander hält, damit nicht etwa ein, von einem der kurzen Stösse ausgehender Druck, die Wandruthen nach der Mitte des Schachtes verschiebe.

Wenn der starke Druck, den der Schacht auszustehen hat, eine Verwandruthung der kurzen Stösse, schon während des Abteufens nothwendig machen sollte; so legt man gleich unter die Hängebank Rüstbäume von starkem Holze und befestigt daran die ersten Wandruthen durch Ankämmen, oder durch eiserne Klammern. Auf diese Weise werden auch die folgenden Wandruthen mit den unmittelbar darüber befindlichen in Zusammenhang gebracht. Eine solche erste Verwandruthung muss aber zuweilen nach Erreichung eines festen Schachtfusses wieder weggenommen und mit einer mehr Widerstand leistenden vertauscht werden. Letzteres ist alsdann der Fall, wenn sich die Unzulänglichkeit dieser ersten Verwandruthung schon während des Abteufens, theils

durch Brechen der Rüstbäume, theils durch Ausreissen der Kämme, welches von der Art ihrer ersten Befestigung durch Aufhängen herrührt, zu erkennen geben sollte.

Bei dem Einbau der bleibenden Wandruthen, welcher am Zweckmässigsten von Unten nach Oben ausgeführt wird, legt man über die Jöcher *a, a,* Fig. 28, welche auf dem untersten Haupttragestempel *b* ruhten, das Lager *c.* Letzteres ist der Ruhe- und Unterstützungspunct für die Wandruthen *d, d,* welche durch die Einstriche *e, e,* und die Streben *f, f* an die Schachtzimmerung angedrückt werden. Nach Beschaffenheit der Stärke des anzuwendenden Holzes wird die Länge der Wandruthen bestimmt. Durchschnittlich sind dafür etwa 5 Lachter zu rechnen. Bei ihrem Abnehmen ist dahin zu sehen, dass sie gerade in der Ebene von irgend einem Paare oberer Hauptjöcher enden, damit sie mit dem über diese Jöcher für das nächste Wandruthenpaar zu legenden Lager in gute Verbindung kommen, wie solches aus Fig. 1 ersichtlich ist. Die Einstriche *e, e,* die Wandruthen oben und unten auseinander haltend, sind, des besseren Antreibens wegen, an beiden Enden mit einem Schaare versehen, ebenso die Spreitzen *f, f.* Diese legt man gerne so, dass je zwei und zwei mit dem Winkel, unter welchen sie zusammenstossen, ein Schachtjoch treffen, ohne sich jedoch jedesmal daran zu binden, indem sehr kurze und sehr lange Felder Abweichungen erheischen. Bei einem solchen Verfahren, wovon der Grund einleuchtet, ist es nicht möglich, dass der Winkel, unter welchem zwei Spreitzen zusammenstossen, sich gleich bleibe; er ist veränderlich. Der gewöhnliche Abstand aber zweier Spreitzen auf der ihrem Zusammenstossungswinkel entgegengesetzten Seite, von Mittel zu Mittel gerechnet, beträgt 25 bis 30 Zoll. Das Ausschaaren der Spreitzen muss mit vieler Vorsicht geschehen, damit sie sich gut antreiben lassen.

Durch eine solche eben beschriebene und an beiden kurzen Stössen ausgeführte Verwandruthung wird unleugbar die Schachtzimmerung im hohen Grade gesichert; ein Nachgeben oder Rutschen der Wandruthen ist ganz unmöglich gemacht und der beabsichtigte Zweck vollkommen erreicht. Zu verkennen ist es aber nicht, dass eine solche Verwandruthung sehr viel Holz erfordert, und dass es daher rathsam ist, an Puncten, wo ein geringerer Druck ausgeübt wird, ein anderes Verfahren in Anwendung zu bringen, wie es auch zuweilen geschieht, indem man die Spreitzen weglässt und nur durch Einstriche in Entfernungen von 30 bis 40 Z. die Wandruthen an die Schachtzimmerung antreibt.

Während der Schacht verwandruthet wird, baut man zugleich Fahrungen und Bühnen ein (letztere gewöhnlich in 5 Lachter Abstand voneinander) und vertonnt ihn: Arbeiten, deren hier blos vollständigkeitshalber gedacht wird.

Muss das Abteufen eines Schachtes im schwimmenden Gebirge, vor seinem gänzlichen Niederbringen, unterbrochen werden, so ist es unerlässlich, ihn bis zur Schachtsohle zu verwandruthen, soll derselbe nicht flüchtig und unbrauchbar gemacht werden. Im Fall eines Unterbrechens des Schachtabteufens pflegt man die Verwandruthung aufzuhängen, wie solches oben beschrieben worden.

Das Verletten der Schächte. Bekommt man in einem Schachte zeitig und viele Wasser, die dem Absinken zufallen und dasselbe desshalb bedeutend vertheuern, so sucht man dieselben durch eine schickliche Verlettung abzuhalten. Dies ist jedoch nur in dem Falle möglich, wenn sich nahe unter den Wassern eine Lage fester Letten befindet, der ein weiteres Sinken verhindert, und in den meisten Fällen nur dann anzurathen, wenn das Niveau des Wassers über der festen Lettenlage nicht zu hoch ist.

Da beide Bedingungen nur selten zusammen eintreffen, und es mehrentheils auch vorher nicht zu übersehen ist, ob sie eintreffen werden, so ist es klar, dass die Schachtverlettungen, zum Abhalten des Wasserzudringens, nur selten vorkommende Arbeiten seyn können.

Wo sie aber angewendet werden sollen, fasst man den Schacht schon etwas über dem Niveau der abzudämmenden Wasser an allen Stössen 10 bis 15 Zoll weiter, als zuvor, und sinkt ihn mit dieser grössern Weitung bis auf die feste Lettenlage ab. Auf derselben wird ein Anstecken nach der ersten Schachtweite vorgerichtet. Ist dies geschehen, so baut man, von den gelegten Hauptjöchern an, den Schacht in seiner eigentlichen Weitung mit ganzer Schrotzimmerung, von Unten herauf, aus, bis zu den Puncten, wo man ihm die grössere Weitung gab. Wenn ein oder mehrere Schrote gelegt sind, so wird der zwischen beiden Zimmerungen gebildete Raum mit fettem Letten fest ausgestampft. Die Jöcher der weiteren Zimmerung werden weggenommen, wenn es sich thun lässt. So wird mit Schrotholzlegen, Verletten und Wegnehmen der hintern Jöcher abwechselnd fortgearbeitet, bis die obere Bolzenschrot- und die untere ganze Schrotzimmerung in festen Zusammenhang gebracht sind. Von selbst versteht es sich, dass die obere Zimmerung bis zu ihrer Verbindung mit der untern durch schicklich angebrachte Bolzen abgefangen werden muss, im Fall solches für nothwendig erkannt wird. Ist das Verletten mit Fleiss und mit gutem Material geschehen, so wird der beabsichtigte Zweck vollkommen erreicht.

Viel häufiger, als diese beschriebene, zur Erleichterung des Schachtabteufens angewendete Art des Verlettens, kommt eine andere Art zur Anwendung, welche dazu dient, die Wasser blos abzufangen, um sie besser in Lutten abführen zu können. Sie setzt voraus, dass unter dem Schachte eine Strecke fortgetrieben ist oder wird, und bezweckt, den Schacht weniger nass und auf diese Weise bequemer fahrbar zu machen. Man verfährt dabei folgendergestalt.

Ist mit dem Absinken eine feste Lettenlage erreicht, welche die oberen Wasser auffängt, und darauf ein Hauptjoch gelegt, auch das folgende Anstecken von Pfählen abgetrieben und das untere Feld völlig gesichert, so stampft man, in der Höhe der Stärke des gelegten Hauptjoches, den hinter diesem, zwischen den Pfählschwänzen des oberen und den Pfählköpfen des unmittelbar folgenden Feldes befindlichen Raum mit fettem Letten aus. Den Zweck vollständiger zu erreichen, nimmt man bei'm Abtreiben der Pfähle des oberen Feldes, hinsichtlich der ihnen zu gebenden Strebe, auf das auszuführende Verletten Rücksicht, indem man sie etwas weiter greifen lässt, als es ohnedies nöthig seyn würde. Die Pfähle des unteren Feldes treibt man weiter, als gewöhnlich, ab, so dass ihre Köpfe durch das Verletten ebenfalls 3—4 Zoll hoch mit Letten überdeckt werden. Sollten einzelne Pfähle sich nicht weit genug treiben lassen, so müssen sie abgehauen werden. Die Zahl der Pfändekeile vermindert man, soviel als möglich, um die ganze Verlettung unter sich und mit der untern festen Lage in den grössten Zusammenhang zu bringen. Es kann dies unbedingt geschehen, weil der feste Letten selbst schon als Pfändung dient.

Auf die Verlettung wird ein kleines Gerinne rundherum in den Schacht gelegt, welches, ebenfalls mit Letten verschmiert und mit Werg verstopft, die obern Wasser auffängt und dieselben zusammengefasst, mittelst einer an einem kurzen Schachtstosse angebrachten Lutte, dem Schachtsumpfe zuführt. Damit aber die abzufangenden Wasser dem Gerinne zufliessen und nicht als Traufen von Joch zu Joch fallen mögen, be-

festiget man, mittelst einiger eingeschlagenen Bretnägel, an allen oberen Jöchern, bis dahin, wo die Wasser zuerst tropfenweise zum Vorschein kommen, Traufenbreter. Die Wasser werden auf diese Weise genöthigt, so lange an den Treibepfählen fortzufliessen, bis das Gerinne sie aufnimmt. Von diesen Wassern, wenn sie nicht zu gering sind, nicht unter 3—4 Cubikfuss in der Minute betragen, wird häufig noch ein sehr nützlicher Gebrauch gemacht, indem man sie zum Aufstellen von Wettertrommeln benutzt, um Wetter benöthigten Oertern frische Wetter zuzuführen.

Eine dritte, zwar nicht auf der königl. Friedrichsgrube in Anwendung kommende, doch in der Nachbarschaft auf Eisensteingruben zuweilen gebräuchliche Art, die Schächte zu verletten, besteht darin, dass ein weiter Schacht bis auf eine feste, die wasserabfangende Lettenlage abgeteuft, und in diesem weiteren Schachte von Unten herauf die Zimmerung eines engeren Schachtes bis zur Hängebank eingebaut, der zwischen beiden Zimmerungen bleibende Raum aber mit Letten ausgestampft wird. Dass ein solches Verfahren viel Holz, Arbeit und Zeit erfordert und daher kostbar ist, ist einleuchtend. Man wird nur in seltenen Fällen, unter gehöriger Berücksichtigung aller obwaltenden Umstände, dazu greifen dürfen.

Schachtabsinken in schwimmendem Gebirge in der Nähe der Oberfläche. Wenn das zu durchsinkende Gebirge sehr schwimmend ist, nur eine mässige Mächtigkeit hat und in der Nähe der Oberfläche liegt, so ist es oft möglich, ein Geviere aus aneinanderliegenden Abtreibepfählen zu machen, deren unteres Ende mit einem scharfen eisernen Schuh versehen ist. Man treibt diese Pfähle mit Rammen durch die schwimmenden bis zu darunter befindlichen festen Schichten.

Zu dem Gelingen der Arbeit ist es erforderlich, das obere Gebirge abzuräumen und einen Schurf aufzufüllen, welcher so gross ist, dass er das Geviere von Pfählen aufnehmen kann. Auf die Sohle dieses Schurfs legt man zwei Geviere von beschlagenem Holze, sorgfältig verbunden, und die so ineinander gelegt werden können, dass zwischen dem innern und dem äussern Geviere ein Zwischenraum von der Stärke der Pfähle bleibt. Auf diese untern Geviere legt man zwei andere, deren innere, dem Abgetriebe zugekehrte Seiten mit dem Hobel genau zugerichtet sind. Man führt diese Geviere entweder bis zu Tage aus fort, oder bis zu der Höhe einer Bühne, auf welche sich die Arbeiter stellen können. Auf dem äussern Umfange des Schurfes stellt man mehr Rammen auf, und in den Zwischenraum zwischen den beiden Gevieren treibt man die Pfähle ein. Man fängt in den vier Ecken an. Alle Pfähle sind auf den beiden Seiten und den beiden Kanten sorgfältig behobelt; sie können selbst auf solche Weise ineinander treten, dass die eine Kante eine im Querschnitte dreieckige Nuth, die des nächstanliegenden Pfahls eine in dieselbe hineinpassende Zuschärfung hat. Das Eintreiben muss sehr senkrecht und nach und nach, wenig auf einmal, erfolgen, so dass die untern Enden nur wenig voneinander entfernt sind. Treibt man nun die Pfähle durch die ganze Mächtigkeit des losen oder schwimmenden Gebirges, so dass die untern Enden aller Pfähle zu der festen Schicht gelangen, so ist der Erfolg der Arbeit gesichert. Man befestigt zuvörderst die inneren Geviere, die auf dem nun auszufüllenden Gebirge aufliegen, an den Pfählen. Man könnte auch alle diese Geviere an starken und sehr langen Rüstbäumen, die man über den Schurf auflegt, anhängen. Man füllt nun das Gebirge aus dem innern Raume zwischen den Pfählen heraus. Ist es möglich, auch zu gleicher Zeit die Wasser zu Sumpfe zu halten, so bringt man, in dem Maasse, dass man weiter niedergeht, neue Geviere ein, welche die Pfähle auseinander halten,

so dass sie von dem Gebirgsdrucke nicht nach dem Innern des Schachtes getrieben werden. Diese untern Geviere werden entweder durch Klammern an die Pfähle befestigt, oder durch Stäbe an die obern Geviere gehängt. Man gelangt auf diese Weise zu dem festen Gebirge, auf welchem man ein Hauptjoch vorrichtet, welches man auf sorgfältig zugeführtes Gestein legt, oder indem man bei minder festem Gestein, wie bei Thon oder Mergel, ein Keiljoch vorrichtet. Innerhalb des erwähnten Abgetriebes richtet man darauf eine Cuvelage vor.

Es könnte aber auch der Fall seyn, dass man das Gebirge allein ausfüllen müsste, ohne auch das Wasser zu Sumpfe halten zu können, welches durch das Getriebe eindringt. Das lose Gebirge würde alsdann mit der Schlamm- oder Fangschaufel oder dem Schlammnetz, oder mit grossen blechernen Sandlöffeln mit Ventilen, ähnlich den bei der Bohrarbeit in losem und schwimmendem Gebirge angewendeten, herausgeschafft werden. In diesem Falle würde das Wasser im innern Raume fast denselben Stand einnehmen, als im äussern, und es würde der Druck dieser Wasser hinreichen, um zu verhindern, dass die Pfähle hereingedrückt würden, und man könnte daher alle festen Materien herausnehmen, so dass in dem Raume nur Wasser bleiben würde, wie in einem Bohrloche. Wäre die Scheidungsoberfläche des beweglichen von dem festen Gebirge horizontal, so würde es offenbar leicht seyn, in den innern leeren Raum eine Reihe von gusseisernen Cylindern, oder eine vorher vorgerichtete und verbundene wasserdichte Zimmerung einzusenken. Allein selten ist jene Oberfläche söhlig, und es würden folglich die gusseisernen Cylinder oder die hölzerne Cuvelage nicht mit ihrer ganzen Peripherie auf die wasserdichte Schicht auftreten. Wenn demnach diese letztere nicht aus Thon besteht, der weich genug ist, so dass die wasserdichte Zimmerung oder die eisernen Cylinder durch einen, auf den obern Theil ausgeübten Druck eingetrieben werden, und dass zwischen jenen und der Schicht ein hinlänglich feste Verbindung bewirkt wird, um das Eindringen der Wasser hinlänglich zu verhindern: so müsste die feste Schicht gänzlich söhlig zugeführt werden, um das Hauptjoch der Cuvelage aufzunehmen. Es würde nicht unmöglich seyn, ohne die vorläufige Zusumpfehaltung der Wasser, durch das folgende Verfahren dahin zu gelangen.

An einer gusseisernen Scheibe müssten mehre cirkelförmige Reihen von verstählten Schneiden befestigt werden, mit denen man das Gestein durch Stösse angreifen und zermalmen könnte. Diese Meissel würden auf der untern Fläche der Scheibe vorspringen, und diese würde 15 bis 20 Cent. (6 bis 8 Zoll) mehr im Durchmesser haben, als die äussere Peripherie der Cuvelage, die man später in den Schacht einsenken würde. Die Scheibe würde an ein steifes hölzernes oder eisernes Gestänge, welches aus mehren miteinander auf dieselbe Weise, wie das Gestänge der Bergbohrer, verbundenen Stükken bestände, befestigt werden müssen. Es würde die ganze Teufe des Schachtes haben und würde an ein Seil gehängt werden müssen, um es wie einen Bohrer, der durch den Stoss wirkt, zu handhaben. Um die Scheibe bei ihrer niedergehenden Bewegung zu leiten, würde man an dem obern Theile des Gestänges einen 1 bis 2 Meter hohen Cylinder anbringen, und man würde an den obern Gevieren, die an den Köpfen der Pfähle angebracht worden sind, Kränze anbringen, deren Halbmesser etwas grösser, als der der Scheibe, ist, und die den, an dem Gestänge angebrachten Cylinder umfassten und deren Achse mit der von dem Schachte zusammenfiele. Wenn man den an der cirkelförmigen Scheibe befestigten Schneiden eine zweckmässige Einrichtung giebt, so würde man ohne Zweifel dahin gelangen, das feste Gestein bis zu einer

hinreichenden Tiefe anzugreifen, so dass die Sohle dieser Zuführung des Gesteins eine hinlänglich horizontale und glatte Oberfläche erhalten würde, um die wasserdichte Zimmerung aufnehmen zu können. die man in den mit Wassern angefüllten Schacht herablassen würde. Der Bohrschmand würde durch die bei der gewöhnlichen Bohrarbeit angewendeten Werkzeuge herausgeschafft werden.

Die hier beschriebene Arbeit ist übrigens weiter nichts, als eine Bohrarbeit von ungewöhnlicher Weite, wie sie auch schon anderwärts zum Abteufen enger Schächte vorgeschlagen worden ist *). Vielleicht würde sie minder schwierig ausgeführt werden können, wenn man zuvörderst in der Achse des Schachtes ein engeres Bohrloch, von etwa 30 bis 40 Cent. (12 bis 16 Zoll) Weite, niederbrächte, wobei man sich der gewöhnlichen Bohrvorrichtungen bedienen könnte. Der Bohrer müsste dabei von einem blechernen oder gusseisernen Cylinder, der in der Achse des Schachtes an den Leitjöchern für die Pfähle angebracht, geleitet werden. Wenn dies erste Bohrloch 5 bis 6 Meter tief niedergebracht worden wäre, so müsste man die Röhre herausnehmen und dann mit der mit Schneiden oder Meisseln versehenen Scheibe arbeiten, indem der Meissel in der Mitte durch einen massiven Cylinder ersetzt würde, der in das schon vorhandene Bohrloch trete und dem Werkzeuge als Leitung diente.

Wäre man erst dahin gelangt, eine genau söhlige und ebene cirkelförmige Zuführung zur festen Sohle der Cuvelage zu erhalten, so würde es leicht seyn, in den Schacht eine gusseiserne oder hölzerne Cuvelage einzusenken, deren Stücke über Tage zusammengefügt werden. Nachdem dieselbe eine feste Sohle erreicht haben würde, müsste man den Zwischenraum zwischen dem Abgetriebe und dem äussern Umfange der Cuvelage mit einem Mörtel, bestehend aus hydraulischem Kalk, Sand und kleinen Kieseln, ausgiessen und denselben möglichst feststampfen. Diese Füllung würde jedes Wasser zurückhalten, und die in dem Schachte vorhandenen Wasser könnten alsdann herausgefördert werden.

Triger's Vorrichtung zum Abteufen der Schächte mit Hülfe von verdichteter Luft. Wir wollen nun hier das von dem französischen Civilingenieur Triger erfundene Verfahren des Schachtabteufens im losen und schwimmenden Sande, welches an der Loire, bei Chalons in dem hangenden Gebirge der Steinkohlenformation ausgeführt worden ist, beschreiben. Man war, indem man ähnliche Methoden von denen befolgte, die bei den Bohrarbeiten angewendet werden, dahin gelangt, einen Blechcylinder von 1,33 Met. innerer Weite und 12 Millimeter Stärke durch den schwimmenden Sand zu treiben, der eine etwa 20 Met. betragende Mächtigkeit hat, ehe man zu dem festen Gesteine gelangt und dann den im Innern dieser Röhre befindlichen Sande auszufüllen. Da aber unter den untern Rändern derselben sehr viel Wasser hervortraten, so hatte man nicht hinreichende Mittel, um sie zu Sumpfe zu halten. Man musste daher, um die Wasser zurück halten zu können, eine Verbindung zwischen der Röhre und dem festen Gesteine herstellen. Um diesen Zweck zu erreichen, brachte Triger an der Schachtöffnung einen Apparat an, den er Luftschleuse *(sas à air)* nennt. Es ist ein Raum von beliebiger Gestalt, welche mit dem obern Theile der Blechröhre, mittelst einer cirkelförmigen, mit Stopfung versehenen, Scheibe, in möglichst vollkommener Verbindung steht. Durch diese Luftschleuse geht eine Röhre, deren eines Ende mit dem Schachte und das andere mit einer Luftpumpe

*) Berg- und hüttenm. Zeitung, 1843, S. 969. H.

in Verbindung steht, deren Kolben durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird. Man kann auf diese Weise Luft in den Schacht drücken. Der hinreichend starke Luftdruck zwang die Wasser, in den Sand zurückzutreten und verhinderte das Eindringen des letztern in den Schacht. Das Wasser wurde durch eine, durch den Apparat gehende, unten in das Wasser eintauchende und oben mit der freien Luft ausströmende Röhre zu Tage gedrückt. Die Luftschleuse ist mit einer Thür oder einem Ventile versehen, welches sich nach Innen öffnet, und durch welches die Arbeiter hineingelangen können. Der Scheider über dem Schachte ist mit einem ähnlichen Ventile versehen, welches sich nach diesem zu öffnet, und durch welches man aus der Luftschleuse in den Schacht gelangen kann. Durch einen Hahn kann jene mit der Atmosphäre in Verbindung gebracht werden, und durch einen andern Hahn wird die Verbindung der Luftschleuse mit dem Schachte hergestellt.

Fig. 1, Taf. 17 *A*, zeigt einen senkrechten Durchschnitt des Triger'schen Apparats, an welcher bezeichnen: *a a a a* den Blechcylinder, in der Dimension des Schachtes, welcher abgeteuft werden soll. *b b b b* den Cylinder aus Eisenblech, welcher die Luftschleuse bildet. *c* das Manometer. *d d* die Stopfbüchse mit der Liederung, durch welche die Luftschleuse *b* mit dem Cylinder *a* luftdicht verbunden wird, und welche nicht am untern, sondern am obern Theile der Luftschleuse befestigt ist. — *e* das Seil zum Heben und Niederlassen der Luftschleuse. *f* ein Sicherheitsventil. *g* Klappventil zum Einfahren oder zum Einhängen des Fördergefässes in die Luftschleuse, sowie zum Ausfahren aus derselben und zur Förderung, nachdem das Fördergefäss vorher aus dem Abteufen in die Luftschleuse gebracht worden. *h* Klappenventil zum Einfahren aus der Luftschleuse in den Schacht, oder zum Einhängen des leeren Fördergefässes, sowie zum Ausfahren aus dem Schachte in die Luftschleuse und zur Ausförderung der Berge u. s. f. aus dem Schachte in die Luftschleuse. *i* Rohr, welches mit der durch eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzten Compressionspumpe in Verbindung steht, und durch welches die comprimirte Luft unter der Luftschleuse in den Schacht geleitet wird. *j* Rohr, durch welches Wasser, Luft u. s. w. aus der Schachtsohle zu Tage gedrückt wird. *k* Hahn, welcher geöffnet wird, wenn die vorher benutzt gewesene und nur mit Luft von atmosphärischer Dichtigkeit gefüllte Luftschleuse mit comprimirter Luft von derselben Dichtigkeit, wie die unter der Schleuse befindliche Luft, gefüllt werden soll. *l* Hahn, welcher geöffnet wird, wenn die unter der Luftschleuse im Schachte befindliche comprimirte Luft mit der Atmosphäre wieder in's Gleichgewicht gesetzt werden soll. *m* Flaschenzug oder Rolle, zum Aufziehen der Fördergefässe aus dem Schachte in die Luftschleuse. *n* Stopfbüchse, um das Rohr *d* bei'm Abteufen, durch einzusetzende Zwischenstücke, verlängern zu können. *o* Vorrichtung zum Verschliessen des Fahrlochs.

Die Abbildung stellt die Vorrichtung in dem Zustande dar, in welchem die Verbindung des Schachtraums mit der Luftschleuse hergestellt ist, denn das Ventil oder die Klappe *g* ist geschlossen und das Ventil *h* geöffnet. Man fährt durch das Ventil *g* ein, während *h* geschlossen ist. Darauf wird *h* geschlossen und die Luft in der Luftschleuse, durch Oeffnen des Hahns *k*, so lange comprimirt, bis sie die Dichtigkeit der Luft unter der Luftschleuse, oder im Schachtraume erlangt hat. Dann öffnet sich die Klappe *h* von selbst, und die Arbeiten im Schachte, die Schachtförderung, das Ein- und Ausfahren können ungehindert stattfinden, indem die Verbindung der Schleuse mit dem Schachte nun nicht mehr unterbrochen ist.

Wirkung des Apparats. Nach dem Obigen ist es leicht, sich von der Anwendung des Apparats eine richtige Vorstellung zu machen. Man denke sich, dass die Dampfmaschine arbeite. Die Pumpen treiben Luft durch den Schleusenkasten in den Schacht, welche nothwendig comprimirt werden muss, weil keine Verbindung des Schachtes mit der Atmosphäre besteht. Wenn der Schacht mit Wasser erfüllt ist, so wird dies dem Drucke der Luft weichen und in die Röhre treten, welche bis nahe auf die Schachtsohle reicht, so dass nach einiger Zeit der Raum des Wassers im Schachte durch comprimirte Luft ersetzt seyn und bei fortgesetztem Arbeiten der Dampfmaschine der Schacht fortwährend trocken erhalten wird.

Das Einfahren der Arbeiter in den Schacht wird durch die Luftschleuse bewirkt. Nehmen wir einen Augenblick an, das untere Klappenventil wäre geschlossen und die comprimirte Luft in dem Schachte hätte die Pressung von 2 oder 3 Atmosphären. Das obere Klappenventil ist dann geöffnet, die Arbeiter können in den Schleusenkasten eintreten, über ihren Köpfen dieses Ventil und gleichzeitig den untern Hahn schliessen, um sich mit der comprimirten Luft im Schachte in Verbindung zu setzen. Augenblicklich wird also das obere Klappenventil fest anschliessen, und sobald wie sich das Gleichgewicht zwischen der Luft im Schachte und im Schleusenkasten hergestellt haben wird, öffnet sich das untere Klappenventil durch seine eigene Schwere und die Arbeiter können dadurch in den Schacht einfahren. Um auszufahren, ist ein ähnliches, aber umgekehrtes Verfahren erforderlich, d. h., es muss das untere Klappenventil geschlossen und der obere Hahn geöffnet werden, um gleich eine unmittelbare Verbindung mit der atmosphärischen Luft zu bewirken. Die Dichtigkeit der Luft unter dem Klappenventile vermindert sich dann, dieses öffnet sich ebenfalls von selbst, und die Arbeiter können ausfahren und die Berge zu Tage schaffen.

Die grösste Schwierigkeit bei diesem Verfahren, welches Hrn. Triger sehr gut gelungen ist, scheint darin zu bestehen, einen hinlänglich dichten Verschluss zwischen dem Gebirge an der Schachtöffnung und der Luftschleuse zu erhalten. Dieser Verschluss darf nicht luftdicht seyn; er muss eine hinreichende Luftmenge durchgehen lassen, dass die zum Athmen der Arbeiter und zum Brennen der Lichter erforderliche Luft eindringen kann. Es sind aber zu dem Ende, wenn der Druck etwas bedeutend ist, sehr feine Spalten und Ritzen hinreichend. Ist aber der Verschluss dagegen zu unvollkommen, so wird ein sehr bedeutender Kraftaufwand erforderlich seyn, um in dem Schachte einen zum Zurückdrängen des Wassers in den Sand erforderlichen Luftdruck zu erlangen.

Hr. Triger hat gefunden, dass sich die Arbeiter, ohne wesentlichen Nachtheil für ihre Gesundheit, in einem Luftdruck von 3 und selbst von $3\frac{1}{2}$ Atmosphären aufhalten können. Die Lichter brennen sehr lebhaft bei dem starken Luftdrucke, ja zu stark, so dass man Kerzen mit Fadendochten (*mèches de fil*) nehmen musste. Im Anfange der Operation, sobald die Luftschleuse an ihren Platz gebracht worden war, wurde das in dem Absinken befindliche Wasser, unter dem Einflusse des Luftdruckes, durch die durch die Schleuse gehende Röhre herausgedrückt.

Als das Wasser bis zu dem Niveau der untern Oeffnung des Wasserrohrs ausgedrückt worden war, füllte sich dieselbe mit einem Gemenge von Wasser und Luft, welches bis 20 Meter über der obern und bis 40 Met. über der untern Röhrenöffnung heraussprang. Der Luftdruck betrug in diesem Augenblicke, nach Angabe des Manometers, drei Atmosphären, d. h., zwei über dem atmosphärischen Drucke. Hr. Triger

folgerte daraus, dass es möglich sey, das Wasser durch den Luftdruck weit höher zu heben, als die Höhe beträgt, welche der Ueberschuss des Druckes der gepressten Luft über den atmosphärischen Druck bedingt, und er benutzte diese Möglichkeit im Verfolge der Arbeit, um das Wasser etwa 25 Met. hoch zu treiben, ohne dass der Luftdruck zwei Atmosphären überstieg. Zu dem Ende brachte er eine Seitenöffnung in der Röhre an und zwar in etwa ein Drittel der Höhe von der untern Oeffnung aus. Die Luft drang durch diese Oeffnung ein, und zwischen die Theilchen des gehobenen Wassers, und die aus einem Gemenge von Wasser und Luft bestehende, weit leichter gewordene Säule konnte durch einen untern, weit geringern Druck gehalten werden. Nach Hrn. Triger hörte das schlammige Wasser nicht eher auf, aus der obern Oeffnung der 25 Met. senkrecht hohen Röhre abzufliessen, als wenn das Manometer nur $\frac{1}{2}$ Atmosphäre über den gewöhnlichen atmosphärischen Druck angab. Uebrigens würde es zur Ersparung der Triebkraft offenbar weit zweckmässiger seyn, eine hinlänglich gepresste Luft zu haben, um in dem Steigerohre eine Säule von blossem Wasser, ohne eingemengte Erdtheile, zu erhalten.

Als das Wasser in dem Absinken bis unter den Rand des Rohrs hinausgedrückt worden war, drang die verdichtete Luft, durch den Zwischenraum zwischen dem festen Gesteine und dem untern Theile des Rohrs, in den Sand. Diese Luft entwickelte sich in dem Bette der Loire, deren Wasser sie in eine siedende Bewegung brachte, während in den Schacht sehr viel feiner Sand eindrang. Man hielt diesen Sand dadurch auf, dass man unten in den ersten Cylinder einen zweiten, beweglichen einsetzte; allein die Vereinigung beider konnte nicht so genau hergestellt werden, um jede Verbindung zwischen dem Aeussern und dem Innern des Schachtes zu unterbrechen, so dass noch viele Wasser eindrangen, die man durch das verlängerte Rohr *j* herausschaffte. Unter diesen Umständen benutzte man hauptsächlich das Gemenge von Wasser und Luft, um einen Luftdruck von $3\frac{1}{2}$ Atmosphären zu vermeiden, der erforderlich gewesen seyn würde, um eine blosse Wassersäule 25 Met. hoch zu heben.

Man hat mittelst dieses Apparats nicht allein 19 Met. tief den Sand durchsunken, sondern ist auch noch 6 Met. tief im Steinkohlengebirge niedergegangen und hat in der Mitte der Loire zwei Dammgeviere und eine Cuvelage, welche in 24 Stunden keine zwei Hectoliter Wasser durchsickern lässt, trocken ausgeführt *).

Schachtabteufen mit Senkmauerung **). Dieses Betriebsverfahren wurde früher auf der Friedrichsgrube bei Tarnowitz angewendet, kommt aber jetzt, wegen der damit verbundenen Schwierigkeiten, und weil die gesenkte Mauerung nie den festen Zusammenhalt, wie von Unten aufgeführte, erhalten kann, gar nicht vor.

Bei grössern Schächten, zur Aufstellung von Maschinen bestimmt, wird man sich auch nicht leicht wieder zu ihrer Anwendung entschliessen, weil dieselbe, wenngleich

*) In den *Comptes rendus etc. Tome 13, p. 884. 1841.* Daraus vom Hrn. Oberbergrath Nöggerath in Bonn, in Karsten's und v. Dechen's Archiv etc. Bd. 16, S. 575 etc. und Bd. 17, S. 789 etc. Auch berg- und hüttenm. Zeit. 1842, S. 543 etc. und 1843, S. 548 etc. Hr. etc. Nöggerath bemerkt, dass Hr. Oberbergrath v. Derschau die Wasserhebung durch Luftcompression schon 1826 in Vorschlag gebracht habe (s. Karsten's Archiv, 1. Reihe, Bd. 13, S. 35 etc.) Hr. Nöggerath bemerkt auch ferner, dass der Trigersche Apparat sich unter geeigneten Umständen als Mittel, die schlagenden Wetter zurückzuhalten, anwenden lasse. H.

**) Aus dem schon oft erwähnten Aufsatze des Hrn. Thürnagel über die Arbeiten im schwimmenden Gebirge, Karsten's Archiv, Bd. 9, S. 168 etc.

eine beträchtliche Holzersparung bewirkend, doch zu leicht das ganze um den Schacht befindliche Gebirge in Flucht bringt, und dann nöthigt, die Fundamente der aufzuführenden Gebäude sehr tief zu legen, wodurch der durch Holzersparung zu erlangende Gewinn auf andere Weise mehrfach wieder verloren geht. Nur unter besonderen Umständen, besonders bei'm Abteufen von nicht tiefen Brunnen in Sand, kann Senkmauerung Gewinn bringen und wird dann anzurathen seyn. Sie kennen zu lernen, werde ich jetzt das Abteufen eines Schachtes von 6 Fuss lichtem Durchmesser und 18 Zoll Mauerstärke beschreiben, wobei ich gleich bemerke, dass Senkschächte nur eine runde Form erhalten können, damit die Mauerung den Druck des Gebirges auf das Gleichförmigste anzunehmen im Stande sey.

Als Vorbereitung zur Senkmauerung wird erst ein Rost, wie Fig. 11 und 12, Taf. 17, in Ansichten von Oben und in Durchschnitten zeigt, aus $2\frac{1}{2}$- bis 3zölligen Bohlenstücken, auf dieselbe Weise angefertigt, wie dies oben beschrieben worden, mit dem Unterschiede, dass dieser erste Rost d r e i Kränze erhält, dass diese drei Kränze nicht gleichen Durchmesser haben, und dass an dem untersten Kranze ein Schneideeisen (Schuh) befestigt ist. Der oberste Kranz erhält äusserlich denselben Durchmesser, wie der Schacht, mit Einschluss der Mauerstärke, also 6 Fuss + $1\frac{1}{2}$ Fuss + $1\frac{1}{2}$ Fuss = 9 Fuss und im Bogen eine Breite von 18 Zoll, gleich der Mauerstärke. Der mittlere Kranz steht vor dem oberen rundherum äusserlich 2 Zoll hervor und hat einen 2 Zoll tiefen und 1 Zoll breiten Falz, der zum Aufnehmen der weiter unter zu gedenkenden Schallatten bestimmt ist. Der untere Kranz endlich hat einen 1 Zoll geringeren Durchmesser, als der mittlere, ist aber ganz und gar mit dem $\frac{1}{2}$ Zoll starken und 5 Zoll breiten, ringförmigen, unten geschärften Schneideeisen belegt, das äusserlich die Ausgleichung mit dem mittleren Roste bewirkt und mit seinem untersten Theile noch $\frac{1}{2}$ Z. auswärts gebogen ist, um seiner Bestimmung, nämlich dem Abschneiden des Gebirges, besser entsprechen zu können. Auf der innern Seite gleichen alle drei Kränze sich aus; das Schneideeisen wird mit starken eisernen Nägeln an den untersten Kranz befestigt.

Werden bei dem Senken weniger Schwierigkeiten vermuthet, so können die Rostkränze schwächer genommen werden, und dann darf das Schneideeisen auch nur 3—4 Zoll Breite erhalten. Während der Rost ausgearbeitet wird, teuft man in gewöhnlicher Getriebezimmerung, 1 bis 2 Lachter tief, einen viereckigen Schacht ab, der in seiner Weite den äussern Durchmesser des Mauerschachtes um etwa 1 Lachter übertrifft. Dies geschieht, um mehr Spielraum für die erste Mauerung zu gewinnen und zu derselben bequem gelangen zu können. Auf den Schacht werden die Rüstbäume und das Schachtgeviere zwar wie gewöhnlich, jedoch des nöthigen freien Raumes wegen, etwas höher, als sonst, gelegt, welches letztere gleich zur Aufstellung von zwei Haspeln vorgerichtet wird. Nunmehr teuft man wieder mit 30—40 Zoll grösserem Durchmesser, als der Mauerschacht erhält, im Mittel des viereckigen Schachtes, 1 Lachter, auch etwas darüber, rund, ohne Zimmerung, ab. So nahe unter Tage ist nicht leicht ein Einfallen des, allerdings lockeren, Gebirges für die kurze Zeit, während welcher dasselbe frei stehen soll, zu befürchten. Weil dieses aber doch leicht stattfinden könnte, so muss die ganze Anordnung dergestalt getroffen werden, dass, sowie das runde Gesenk fertig ist, auch sogleich der Rost gelegt werden kann. Bei seiner Legung ist darauf zu sehen, dass sein Mittel genau mit dem Schachtmittel zusammentreffe, und dass er eine vollkommen horizontale Lage erhalte. Liegt der Hauptrost vollkommen gut, so

schreitet man zum Anstecken der Schallatten, welche aus $1\frac{1}{2}$zölligen, 10 Zoll breiten Bretern, die man der Länge nach spaltet, angefertigt werden, und welche dazu dienen, dass sich der ganze Schacht besser im Ganzen senke, welches nicht geschehen könnte, wenn dem Gebirge die unmittelbare Berührung mit der Mauer gestattet wäre. Gewöhnlich erhalten die Schallatten die halbe Bretlänge, d. i., 12 Fuss zu ihrer Länge, doch wird letztere auch wohl bis auf 18 Fuss vergrössert. Am Hauptroste werden die Schallatten, durch Einfugen in den im mittleren Rostkranze befindlichen Falz, mit ihrem einen Ende befestigt. Ihr anderes Ende hingegen wird an einem oben angebrachten, aus 2 Kränzen bestehenden Nebenroste, der denselben Durchmesser, wie der obere Kranz des Hauptrostes, besitzt und ganz dieselbe Lage, wie letzterer, hat, angenagelt.

Auf diese Weise ist ein völlig senkrecht stehender hölzerner Cylinder erhalten, dem man dadurch grössere Haltbarkeit giebt, dass man ihn, in halber Höhe, mit starken Stricken umwickelt und diese durch Knebel fest zieht. In diesem Cylinder wird jetzt die Mauerung, nachdem der Hauptrost mit Mörtel übertüncht ist, bis zur Höhe des runden Schachtes, also 1 Lachter bis 90 Zoll, aufgeführt, mit Rücksicht darauf, dass von Zeit zu Zeit Bühnen geschlagen werden, damit die Maurer stets in bequemer Stellung arbeiten können.

In dieser Höhe kommt auf die Mauer ein, aus zwei Kränzen bestehender Rost zu liegen, an den die Schallatten ebenfalls angenagelt werden, worauf man alsdann im runden Schachte den zwischen ihm und den Schallatten offnen, zum Befestigen der letzteren bis dahin nöthig gewesenen offnen Raum mit Gebirge ausstürzt.

Auf den gelegten Nebenrost werden weiter zwei eichene Lager, von 5—6 Zoll Breite und gleicher Stärke, waagrecht und parallel miteinander so gelegt, wie Fig. 185 zeigt, und bei der jetzt fortgesetzten Mauerung, die bis unter den gleich anfänglich oben gelegten Nebenrost fortgeführt wird, fest mit eingemauert.

Von der gewählten Länge der Schalbreter ist es abhängig, ob man über dem Hauptroste, bei dem ersten Anfange, zwei oder drei Nebenroste legen soll, indem es für das Angemessenste befunden ist, die Pfeiler zwischen 2 Rosten nicht über 1 Lachter hoch zu nehmen. In der vorliegenden Beschreibung werden, bei kürzeren Schalbretern, nur zwei Roste als nöthig angenommen, welches ausdrücklich anzuführen die vollständige Uebersicht erfordert. Aus diesem Grunde finde ich es auch nöthig, ausdrücklich zu bemerken, warum man das erste Lachter Mauerung gern förmlich eingräbt. Der Grund dieses Verfahrens besteht darin, dass auf diese Weise ein gewisseres erstes senkrechtes Niedergehen der Mauerung zu erlangen steht. Weil hierauf zum guten Gelingen des Senkens sehr viel ankommt, so ist es auch besonders unerlässlich, die ersten zwei Pfeiler mit aller Sorgfalt vollkommen senkrecht aufzuführen, zu welchem Ende, vor Anfang der Mauerung, die Stellung des oben gedachten hölzernen Cylinders nochmals genau geprüft werden muss, auch im Schachte 3—4 Lothe zu hängen sind, welche völlig genügen, um die senkrechte Mauerung, an mehreren Puncten zugleich, richtig beurtheilen zu können.

Jetzt nimmt das Senken selbst seinen Anfang, in der Art, dass man in der Sohle des Hauptrostes kegelförmig abteuft und das Gebirge dabei nach allen Seiten hin vollkommen gleichförmig herausfördert, immer weiter und tiefer, bis der Sand unter dem Roste fortgedrückt wird und dieser mit der ganzen aufgesetzten Mauerung zu sinken anfängt. Will das Sinken auf diese Weise noch nicht gelingen, so teuft man ganz cylindrisch mit der Weite des Schachtes ab und fängt an, den Rost zu unterschrämen.

Es werden bei dieser Schrämarbeit zwei Mann angestellt, die, stets einander den Rükken zukehrend, das Schrägen an gegenüberstehenden Puncten ausführen und zwischen den einzelnen Schrämen Pfeiler stehen lassen. Gewöhnlich erfolgt dann das Senken, doch nicht immer. Im letztern Falle bleibt nichts übrig, als den ganzen Rost zu unterschrämen, wo dann aber zuvor der Gefahr begegnet werden muss, dass nicht etwa der untere Theil der Mauerung für sich allein sinke, während der obere durch den Druck des Gebirges festgehalten wird. Ist dies zu befürchten, so beugt man der Gefahr durch Anbringung von 4 Stück anderthalb Zoll starken eisernen Ankern vor, die an einem Ende mit einem breit geschmiedeten Haken unter den Rost fassen, und mit dem anderen Ende durch die auf den Nebenrost gelegten Lager greifen und, da sie hier mit Schrauben versehen sind, mit Schraubenmuttern so fest, wie möglich, angezogen werden. So gesichert kann der ganze Hauptrost ohne weiteres Bedenken unterschrämt werden. Sollte aber noch jetzt seine und der darauf ruhenden Mauer Last zu gering seyn, ihn niederzudrücken, so setzt man das Unterschrämen bis an die Schärfe des Schneideeisens fort, dem Schrame jedoch unter keinen Umständen mehr als 20 Zoll Höhe gebend, deckt dann den Schacht über dem zweiten Nebenroste fest zu und beschwert ihn so lange mit Steinen, bis der Schacht zum Sinken gebracht wird. Ist dieses erfolgt, so wird auf's Neue unterschrämt etc., und dies so lange, bis der Mauerschacht mit seinem zweiten Nebenroste beinahe die Sohle des viereckigen Schachtes erreicht hat. Nunmehr werden an den bisherigen zweiten Nebenrost neue Schallatten angenagelt, und diese mit ihren obern Enden an dem, zuerst nur verloren, doch völlig richtig, gelegten vierten Nebenroste durch Nägel befestigt, wodurch wieder ein hölzerner Cylinder gebildet wird, den man, wie den zuerst erhaltenen, ausmauert, nachdem man auf den zweiten Nebenrost dieselben Lager, wie auf den ersten, aufgelegt hat. Der dritte Nebenrost wird in gehöriger Höhe mit seinen Lagern gelegt, wenn die Mauerung bis so weit vorgerückt ist; es werden an ihn die Schallatten angenagelt und dann mit Aufführung der Mauerung bis an den vierten Nebenrost fortgefahren. Den ersen und zweiten, sowie den zweiten und dritten und den dritten und vierten Nebenrost befestigt man jetzt noch durch 4 und 4 eiserne Klammern, welche mit breiten Haken versehen sind, mit welchen sie die auf die Roste gelegten Lager umfassen, wodurch der Schacht gezwungen wird, sich durchaus im Ganzen zu senken.

Hierauf geht wieder das Senken und so abwechselnd das Mauern und Senken fort, bis festere Gebirgslagen ein weiteres Senken nicht zulassen, wo dann das weitere Abteufen, in Verbindung mit der bereits beschriebenen Pfeilermauerung, von Oben nach Unten fortgesetzt wird.

Wie schon bemerkt worden, kommt es bei'm Senken gemauerter Schächte vorzüglich darauf an, dass dieses in senkrechter Richtung geschehe, wovon man sich nur durch häufigen Gebrauch der Lothe Ueberzeugung verschaffen kann. Werden diese aber bei aller Aufmerksamkeit auch noch so häufig gebraucht, so wird ein öfteres ungleichförmiges Sinken doch nicht zu verhüten seyn, weil die einzelnen Gebirgsschichten nicht waagerecht liegen, ein ungleicher Seitendruck entsteht und hierdurch, sowie öfter auch durch sich vorlegende Geschiebe, der Hauptrost an einigen Puncten schneller oder langsamer zu sinken strebt, als an andern. Sobald man dieses bemerkt, muss man sich dadurch zu helfen suchen, dass man den schneller gesunkenen Rosttheil nur wenig und den demselben gerade gegenüberstehenden Theil stärker unterschrämt, und auf diese Weise durch ein absichtlich herbeigeführtes ungleiches Senken das gestörte

Gleichgewicht wiederherstellt, oder auch dadurch, dass man der Mauerung an den Puncten, nach welcher sie mehr Neigung hat, aus der Schachtsohle Streben entgegenstellt. Denn das ungleiche Niedergehen des Schachtes findet, in der Regel, bei'm Anfange der Arbeit am Häufigsten statt und legt sehr grosse Hindernisse in den Weg, die gemeiniglich erst bei einer grösseren Teufe geringer werden. In mehrerer Teufe bedient man sich auch nicht mehr eiserner Klammern zum Zusammenhalten der ganzen Mauerung, sondern nur starker hölzerner Latten, die an je zwei und zwei übereinander liegenden hölzernen Lagern befestigt werden. Auch legt man die Lager in zunehmender Teufe wohl weiter auseinander, etwa 3 Lachter weit, dann aber im Winkelkreuze zwei Paar Lager übereinander, die, mit den darüber zu legenden beiden Lagerpaaren, die Verbindung des Ganzen durch an beide befestigte 8 Stück Latten bewirken.

Noch ist zu bemerken, dass man vor dem jedesmaligen Senken die Fläche unter dem Hauptroste mit dem Spiesse untersuchen muss, um zu erfahren, ob darunter etwa grössere Steine liegen, die das Schneideeisen verderben, oder den Schacht schief ziehen können. Ist dies der Fall, oder trifft man auf eine Lage festeren Lettens, so ist es rathsam, den Schacht vorerst stehen zu lassen, ihn in seiner innern Weitung 20—40 Zoll abzuteufen, bis unter die Steine oder bis unter die feste Gebirgsschicht; sodann auf die Sohle ein Geviere von Grundsohlen zu legen, und auf diesen den ganzen Schacht mit Bolzen abzufangen. Nachdem dies geschehen ist, kann man die vorliegenden Steine, welche ein Hinderniss gewährten, wegnehmen, auch den festen Letten bis 1 Zoll über das Schneideeisen hinaus ausschrämen, und dadurch, dass man das Grundsohlengeviere zu senken anfängt, das Senken der ganzen Mauerung so lange bewirken, bis man durch die Stein- oder durch die Lettenlage hindurch ist, worauf man dann das zuerst beschriebene Senken wieder beginnen kann. War es eine feste Lettenlage, welche die Arbeit erschwerte, so hat man nicht einmal nöthig, ein Grundsohlengeviere zu legen; man kann den Schacht mit blossen Bolzen mit Ueberzügen abfangen, die unterschrämt sich ebenfalls senken lassen.

Kommt der Senkschacht in flüssige Gebirge zu stehen, so muss man ihn in der Sohle, wie einen Getriebeschacht, unterziehen, ihm nämlich durch das Abteufen eines Vorgesümpfes zu Hülfe kommen, dem nach Aufsteigen strebenden Gebirge Luft machen, den Schacht nur langsam senken, und, um dies sicherer in seine Gewalt zu bekommen, auch ein zu starkes und ein plötzliches Niedergehen zu verhüten, ihn mit Wandruthen, oder mit starken eisernen Ankern, an, zu diesem Zwecke besonders über die Hängebank gelegten Lagern aufhängen. Diese Lager ruhen auf Bolzen, welche demnächst weggeschlagen werden, so dass der Schacht, sobald zum Wegschlagen der Bolzen geschritten wird, nicht tiefer, als die Bolzenstärke beträgt, niedergehen kann. Werden die längeren Bolzen durch kürzere ersetzt, so sieht man ein, wie man das Senken ganz allmälig, zollweise, geschehen lassen kann. — Das beschriebene Verfahren bei der Senkmauerung auch bildlich darzustellen, sind Taf. 17, Fig. 13 bis 16, hinzugefügt. Fig. 13 stellt die Ausführung des ersten Feldes einer Senkmauerung dar; Fig. 14 die zweier solcher Felder; Fig. 15 die mehrerer Felder und Fig. 16 eingelegtes Grundsohlengeviere, mit dessen Hülfe der Schacht abzufangen ist, und durch dessen Senkung die Senkung des ganzen Schachtes bewirkt wird.

Senkarbeit in England*).

Wenn das Gebirge sehr wasserreich schwimmend ist, so wendet man wohl Abtreibearbeiten an, viel gewöhnlicher aber Senkarbeit. Hierzu wird ein Cylinder, wie ein Fass, nach dem Durchmesser des Schachtes aus 2- bis 3zölligen Bohlen, die genau nach dem Radius gearbeitet sind, zusammengeschlagen, 9 bis 12 Fuss lang, wenn damit die Mächtigkeit des wasserreichen Gebirges durchsunken werden kann. Ist dieselbe aber grösser, so müssen mehrere solche Cylinder aufeinander gesetzt werden. Inwendig werden dieselben durch Kränze aus gutem Eichenholze von 8 bis 10 Zoll Breite und 5 bis 6 Zoll Höhe verwahrt, die aus rund gesägten Stücken von 4 Fuss Länge bestehen. Die Pfähle, aus denen der unterste Cylinder zusammengesetzt ist, werden zugeschärft und mit einem eisernen Schuhe versehen, um besser einzudringen. Dieser Cylinder wird im Schachte auf die Oberfläche der wasserreichen Gebirgsschicht aufgesetzt und mit Massen von Eisen beschwert, um ihn niederzudrücken, während das Gebirge aus der Sohle herausgenommen wird. Sind die Wassergänge bei dieser Arbeit so stark, dass sie die Anwendung von Maschinenpumpen erfordern, so dürfen diese nicht bis auf die Sohle niedergesenkt werden, weil sie sich nicht allein beständig versetzen, sondern auch das Gebirge hinter den Stössen hervorziehen, Weitungen, Brüche und schiefe Senkungen der Cylinder verursachen würden. Man lässt wenigstens 1 F. Wasser auf der Schachtsohle stehen, und arbeitet unter diesem das Gebirge mit Schaufeln hervor.

Fängt der wasserreiche Sand, wie in Flussthälern, bisweilen unmittelbar von Tage an und ist nicht über 15—16 Fuss mächtig, ruht auf festem Thone oder Gestein, so hat man wohl bisweilen den Versuch gemacht, eine grosse Weitung mit einer Böschung von 45° bis auf diesen Punct niederzubringen, und den Schacht von Unten aufzumauern, und hinter der Mauer einen festen Thondamm zu schlagen und gleich wieder zu verfüllen. Das Gelingen dieser Arbeit beruht wesentlich auf der Schnelligkeit, mit der sie ausgeführt wird, und auf vorhandenen Kräften, der Wasserzuflüsse Herr zu bleiben. Eine Bedeckung der Böschung mit gutem Rasen soll dabei sehr nützliche Dienste leisten, um den Sand zu halten und zu verhindern, dass er in's Laufen kommt. Zur Wasserhaltung hat man in solchen Fällen wohl kleine Dampfmaschinen, auf starken Gerüsten aufgestellt, angewendet. Ist die Sandlage mächtiger, so ist dieses Auswerfen einer grossen Weitung von Tage nieder und das Niedergehen von der Sohle derselben mit einem Schachte selten von gutem Erfolge begleitet gewesen.

Die Anwendung hölzerner Cylinder, die aufeinander gesetzt werden, solange man sie zum Sinken bringen kann, ist immer vorzuziehen, und selbst, wenn sie festsitzen, kann man eine neue Reihe von Cylindern innerhalb derselben anstecken, wenn die erste den dazu erforderlichen Durchmesser hat. Hat man auf diese Weise das feste Gebirge erreicht, so werden die Cylinder auf ihren Wechseln festgekeilt, unten verdämmt und innerhalb der Kränze mit Bretern verkleidet, so dass sie einen ganz glatten Schacht bilden.

Mit sehr grossem Vortheile hat man angefangen, gusseiserne Cylinder zum Senken anzuwenden, eine Arbeit, die wohl ausser England noch nicht versucht worden ist.

*) v. Dechen und v. Oeynhausen über den Steinkohlenbergbau in England. Karsten's Archiv, 2. Reihe, Bd. 6, S. 10 etc. H.

Auf der zu der Clyde Ironwork gehörigen Kohlengrube, $\frac{3}{4}$ Meilen oberhalb Glasgow, fanden die Herren v. Dechen und v. Oeynhausen dieselbe eben beendet. Von Tage nieder steht hier 18 Fuss trockener Sand, 21 Fuss wasserreicher Sand, 4 Fuss Thon an, der das Kohlengebirge unmittelbar bedeckt. Mit einer grossen trichterförmigen Weitung war man 16 Fuss tief niedergegangen, und hatte von der Sohle derselben 27 Fuss tief mit gusseisernen Cylindern gesenkt.

Man hatte zwei Cylinder 2 Zoll weit auseinander gesetzt, so dass jedes Schachttrum besonders gesenkt wurde. Die Cylinder haben einen äussern Durchmesser von 5 Fuss, eine Eisenstärke von 1 Zoll, und eine Höhe von $4\frac{1}{2}$ Fuss. Dieselben sind mit 3 Zoll nach Innen vorspringenden Kränzen versehen, vermittelst deren sie zusammengeschraubt werden. Der unterste Cylinder hat unten keinen Kranz, da derselbe hier überflüssig und das Eindringen in den Sand verhindern würde. Während des Senkens wurde jeder Cylinder mit etwa 600 Centner belastet. Es dient hierzu ein eignes Gerüst, welches mit dem jedesmaligen obersten Cylinder fest verbunden wird.

Der Sand wird niemals bis zu dem untersten Cylinderrande ausgefördert, um zu verhindern, dass nicht von den Seiten her derselbe zudringen kann, wodurch ein schiefes Niedergehen der Senkvorrichtung befördert werden würde. Die Cylinder werden zwischen den Kränzen mit Holz ausgefüttert, und bilden auf diese Weise Schachttrümmer von $4\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser, welche 8 Zoll voneinander stehen. Tiefer in dem festen Gesteine nieder werden beide Trümer miteinander durchschlägig gemacht und bilden einen Schacht, der nur die nöthigen Scheider erhält. Diese Senkarbeit auf 27 F. Tiefe ist in 7 Wochen beendet worden, und sind dabei gegen 16 Arbeiter fortdauernd beschäftigt gewesen.

Bei einer grösseren Mächtigkeit des wasserreichen Gebirges wendet man mehrere Züge von Cylindern an, von denen die tieferen kleinere Durchmesser erhalten, so dass dieselben durch die obern hindurch gehen. Tiefer als 30 Fuss gelingt es selten, mit einem Zuge von Cylinder niederzukommen, und man ist alsdann gezwungen, das Senken abzusetzen. Auf diese Weise ist es gelungen, Senkarbeiten dieser Art 80 F. tief niederzubringen. Nach der Beendigung der Arbeit werden die kleineren Cylinder in den grösseren fest verkeilt. Bei grösseren Schächten, die im Ganzen gesenkt werden, wendet man Cylinder an, die aus einzelnen Segmentstücken bestehen und mit nach Innen vorstehenden Kränzen zum Aneinanderschrauben versehen sind. Dieselben werden vor dem Aufsetzen zusammen verbunden und mit aufgedrehten Seillitzen und Bleiweiss auf gewöhnliche Art verdichtet. Fig. 10, Taf. 17 zeigt mehre solche Cylinder.

Diese Senkarbeit gewährt vor jeder Abtreibearbeit den Vortheil einer grossen Sicherheit, schont die Arbeiter, macht auch keine grosse Uebung und Geschicklichkeit bei derselben erforderlich. Das Gebirge wird durch dieselbe gar nicht in Bewegung gebracht, was bei'm Abtreiben unvermeidlich ist und die gefährlichsten Zufälle herbeiführt, indem den Pfählen Luft geschafft werden muss und dadurch dem Gebirge mehr oder weniger Gelegenheit gegeben wird, sich hinter der Zimmerung auszukesseln.

Wo das Holz noch in niedrigen Preisen steht, wird diese Methode für gewöhnliche Fälle zu kostbar, besonders wenn das Gusseisen durch einen weiten Transport vertheuert wird; aber immer bleibt sie da anwendbar, wo kein anderes Mittel zum Niederkommen ausreicht, wie dies auch bereits von einem unserer in solchen Arbeiten erfahrensten Beamten, dem Herrn Oberbergrath Thürnagel, anerkannt worden ist (Archiv, Bd. XVIII. S. 11), obwohl sich bis jetzt noch keine Gelegenheit zur Ausführung

dargeboten hat. Ein wesentlicher Unterschied dieser Senkarbeit gegen ähnliche Ausführungen in Norddeutschland besteht darin, dass hierbei ein völliges Abschneiden und Verdämmen der obern Wasser bezweckt und erreicht wird, dagegen bei uns damit eine Abzapfung und Entwässerung der oberen Schichten eingeleitet wird. Diese Abweichung entspringt aus der Verschiedenheit der Bergbaue, bei welchen die Arbeiten ausgeführt werden. In England erreichen die Schächte, womit die wasserreichen Schichten in oberer Teufe durchsunken werden, die Kohlenflötze, welche abgebauet werden sollen, erst so tief darunter, dass die dazwischen liegenden Gesteinmittel völlig ausreichen, um den Druck der obern Wasser von den unteren Grubenbauen abzuhalten, und dass mit Rücksicht auf die erleichterte Wasserhaltung ein solches Verfahren jedenfalls öconomisch vortheilhaft wird, wenn desshalb auch ein Theil des Kohlenfeldes als Sicherheitspfeiler stehen bleiben muss. Wasserreiche Gebirgsmassen, bei denen Abtreibearbeit angewendet werden muss, werden in unsern Gegenden dagegen, vorzüglich auf dem Braunkohlenbergbau und auf dem Tarnowitzer Bleibergbau, siehe weiter oben a. m. O., durchsunken, wo theils die Milde aller umgebenden Gebirgsschichten, die Nähe der abzubauenden Lagerstätten, ihre grosse Mächtigkeit, theils die Klüftigkeit des Gesteins, eine ähnliche Zurückhaltung der Wasser nicht gestatten würden, wenn auch die ganze Anordnung des Betriebes dieselbe möglich machen würde.

Der Thurm, durch den man auf der Seite von Rotherhithe in den Themsetunnel gelangt, und der 45 Met. äussern Durchmesser und etwa 1 Met. dicke Mauern hat, wurde von Hrn. Brunel durch ein ähnliches Verfahren in den losen Boden an dem Themseufer eingesenkt. Der Thurm wurde auf einmal aufgeführt und seine Höhe war der Mächtigkeit des losen Gebirges gleich, d. h., sie betrug 9 bis 10 Met. und man stellte ihn auf Pfähle, damit das Einsinken erst nach seiner Vollendung erfolgen konnte.

Zu dem Ende legte man den untersten Rost, der mit einem Schuh versehen worden war, auf die Köpfe der in einem Cirkel eingerammten Pfähle, so dass ihr Ganzes im Stande war, eine weit grössere Last, als die des Thurmes, etwa das Doppelte davon, zu tragen. Auf diesem Roste führte man den Thurm auf, welches mit Ziegelsteinen und römischen Cement geschah. In gewissen Entfernungen voneinander brachte man Kränze von Bohlen in der Stärke des Mauerwerks an, welche untereinander und mit dem untersten Roste durch starke eiserne Bolzen verbunden wurden, welche durch die ganze Höhe gingen. Als der Thurm so hoch aufgeführt worden war, als das lose Gebirge über den Londonthon mächtig ist, eine Mächtigkeit, die man vorher durch eine Bohrarbeit oder durch die benachbarten gewöhnlichen Brunnen kennen gelernt hatte, richtete man oben auf dem Thurme eine Bühne vor und stellte auf demselben eine Dampfmaschine und einen vollständigen Apparat zur Wasserhaltung und Förderung. Darauf begann man die Senkarbeit. Im Anfange war es thunlich, eine gewisse Anzahl von Pfählen, auf denen der Rost auflag, mit Rammschlägen einzutreiben. Man hatte zu dem Ende die Köpfe der Pfähle über den eisernen verstahlten Schuh, womit der Rost versehen war, ausserhalb vorstehen lassen. Das Gebirge war am ganzen äussern Umfange des Thurms soweit, als möglich, abgeräumt und man hatte möglichst viel Rammen angebracht, und zwar zu zweien an den entgegengesetzten Enden von Durchmessern, welche durch gleiche Winkelentfernungen voneinander getrennt waren. Man trieb nach und nach zwei, vier, sechs Pfähle, die paarweis an den Enden eines Durchmessers standen, ein, bis dass die stehen gebliebenen Pfähle dem Gewichte des Thurmes nachgaben und sich mit ihm senkten. Man gelangte auf diese Weise dahin den letztern

bis zu dem Puncte senkrecht einzusenken, wo es unmöglich war, das Gebirge von Aussen wegzufüllen. Es begaben sich daher Arbeiter in den Thurm, welche das Gebirge zuerst aus der Mitte, dann an der Peripherie und zuletzt unter der Mauer wegfüllen, so dass eine gewisse Anzahl von Pfählen, die gleichweit auf der Peripherie des Rostes voneinander abstehen, frei werden. Darauf wurden dieselben nach und nach und stets paarweis an entgegengesetzten Enden eines und desselben Durchmessers, jedoch nur in geringer Höhe unter dem Kopfe, mit Aexten abgehauen, bis dass die stehen gebliebenen Pfähle dem Gewichte des Gemäuers nachgaben. — Sobald der Thurm auf die abgehauenen Pfähle zu stehen kam, hörte er auf, sich weiter einzusenken. Man war auf diese Weise Herr der sinkenden Bewegung, die so langsam, als man es wollte, erfolgte. Einige von den Pfählen wurden von dem Gewichte des Thurms, ohne sie abzuhauen, gänzlich in den festen Thon eingedrückt.

Schachtabteufen in Schichten von schwimmendem Sande, die in irgend einer Teufe vorkommen. Wenn man Bänke von schwimmendem Sande oder von andern losen und wasserreichen Substanzen, in grossen Teufen, unter schon durchteuften festen Schichten trifft, so sind die Schwierigkeiten noch bedeutender. Wollte man eine von den oben beschriebenen Arbeiten anwenden, die zum Durchsinken schwimmender Tagegebirge angewendet werden, so würde man den Durchmesser der in dem festen Gebirge bereits angelegten Schächte sehr vermindern müssen. Es würden alsdann der enge Arbeitsraum und die mit der Teufe erschwerte Wasserhaltung bedeutende Schwierigkeiten darbieten. Arbeiten dieser Art kommen bei'm Abteufen einiger Schächte innerhalb der Concessionen der Gesellschaft von Anzin im franz. Norddepartement, an Puncten vor, an welchen die in der Sohle der Dièves abgelagerte Tourtia durch schwimmenden Sand ersetzt ist. Man begann damit, den Sand trocken zu machen, indem man im Liegenden der Schicht im Steinkohlengebirge, von einem Schachte aus, der in der festen Tourtia abgeteuft worden, und der mit einer starken Wasserhaltungsmaschine versehen war, eine Strecke trieb. Die schwimmende Sandbank, dort *Torrent* (Strom) genannt, wurde mit dieser Strecke durch mehre seigere Bohrlöcher in Verbindung gesetzt, die von der Strecke aus von Unten nach Oben getrieben wurden und das Wasser aus der Sandschicht abführten. Eine merkwürdige Thatsache ist es, dass die Wasser des Torrent nicht mit denen der obern Teufen, im Dache der Dièves, in Verbindung stehen. Man hat bei'm Abteufen des Sentinelle-Schachtes, welcher den Torrent eher erreichte, ehe er durch die Bohrlöcher abgetrocknet worden war, gefunden, dass der Wasserstand in dieser Sandschicht wenigstens 12 Meter tiefer lag, als der Stand der Wasser in den Schichten über den Dièves. Ein anderer, ebenfalls sehr bemerkenswerther Unterschied besteht darin, dass das Wasser des Torrent sehr salzhaltig ist, während die Wasser der obern Schichten im Allgemeinen rein sind*). Nachdem die Wasser des Torrent durch mehre Bohrlöcher auf die Strecke abgelassen und durch diese dem Kunstschachte zugeführt worden waren, konnte man den Tempelschacht weiter absinken, welche Arbeit mehrere Jahre hindurch in Folge der Schwierigkeiten, die der schwimmende Sand darbot, auflässig gewesen war. Der obere Theil des Schachtes war mit einer hölzernen Cuvelage, bis unter die wasserreichen Schichten im Kreide-

*) Der Torrent zu Anzin giebt uns das Beispiel einer wasserhaltigen Schicht, deren Wasserstand niedriger ist, als der der obern Schichten, eine Thatsache, deren Möglichkeit wir im 2. Kap., bei den artesischen Brunnen, nachgewiesen haben.

gebirge und der Theil in den festen Schichten, besonders den Dièves unter der Kreide, mit einer Ziegelsteinmauerung versehen. Diese Mauerung ruhete auf einem fest verkeilten hölzernen Kranze, der im Liegenden der Dièves, oder im festen Theile der Tourtia und so nahe, als möglich, dem schwimmenden Gebirge, angebracht war. Auf der Sohle des Schachtes und unter dem obigen Kranze brachte man einen Picotagekranz an, der von den gewöhnlichen aber darin abwich, dass seine Seiten durch Zapfen und Löcher miteinander verbunden, und dass sein äusserer Umfang mit einem eisernen scharfen Schuh versehen war. Man versenkte diesen Kranz in das schwimmende Gebirge mittelst Druckschrauben, welche gegen den Rost des obern Mauerwerks traten. Diese Schrauben haben eine ähnliche Beschaffenheit, wie die in dem franz. Norddepartement angewendeten, um die horizontalen Fugen der Verdämmung zu verdichten. Sobald der schneidende Kranz weit genug versenkt war, um zwischen demselben und dem Roste einen Picotagekranz einbringen zu können, so geschah dies. Er konnte mit eisernen Bändern entweder mit dem Roste oder mit dem untern Kranze verbunden werden. Im ersten Falle senkte man diesen letztern mit den Schrauben allein ein, für die man einen Stützpunct, entweder in dem obern Mauerwerke oder in den hölzernen, in jenes eingelassenen Jöchern suchte, bis dass man einen zweiten Picotagekranz, über oder unter dem ersten, einbringen konnte. Im zweiten Falle senkte man die beiden Kränze auf einmal ein.

Abfluss der eindringenden Wasser durch ein Bohrloch, mittelst eines Hebers. Die Wasser wurden auf die gewöhnliche Weise durch Pumpen oder durch Tonnen zu Sumpf gehalten; sie waren, da man den Sand abgetrocknet hatte, gering. Man hätte, da die Achse des Schachtes mit der der Grundstrecke zusammentraf, dem Schachtabteufen mit einem Bohrloche vorangehen können. Dasselbe musste in der ganzen Mächtigkeit des losen Sandes mit gusseisernen oder blechernen Röhren ausgesetzt worden seyn, die mit Schrauben verbunden waren, so dass sie bei'm Abteufen auseinander genommen werden konnten. Dieses Bohrloch nahm die Wasser auf, nicht unmittelbar, sondern mittelst eines Hebers, dessen längerer Schenkel über dem obern Rande der Röhre in dieselbe geht, die über die Sohle des Schachtes hervorsteht, damit sie nicht mit Sand angefüllt werde. Der kurze Schenkel des Hebers tritt in einen kleinen Sumpf im Schachttiefsten, dessen Wände nöthigenfalls mit einem Kasten ausgesetzt sind. Man hat dies Verfahren wiederholt bei'm Schachtabteufen im schwimmenden Gebirge zu Tarnowitz angewendet (Karsten's Archiv, 1. Reihe, IV. 217 etc.).

Abteufen in vollkommen schwimmendem Gebirge. Die zu Anzin bei'm Durchsinken des Torrent angewendete Methode würde ganz unanwendbar seyn, wenn sich der Sand nicht auf eine Höhe von 0,16 bis 0,20 Met. (6 bis 8 Zoll) wenigstens, die der eines Cuvelagekranzes gleich ist, halten könnte. Ist aber der Sand noch flüssiger, so würde es, um ihn zu durchsinken, hinreichend seyn, den Kranz mit einer eisernen Armirung zu umgeben, welche an der äussern Peripherie angebracht wird und die Gestalt eines geraden Prisma's hat. Diese Armirung läuft unten in einen scharfen, stark verstahlten Schuh aus, der nach Aussen gekrümmt ist. Oben würde er 30 bis 40 Cent. (12 bis 16 Zoll) über der horizontalen Ebene des Kranzes hervorstehen, so dass, wenn derselbe von dem schon eingesenkten Kranze soweit entfernt, als ein Kranz hoch ist, das Gebirge von dem obern Theile der Armatur zurückgehalten wird, deren Rand noch über die schon vorhandenen übergreift und an den obern Theilen des Ausbaues hängt. Diese Einrichtung erhält sich, wie die des Schildes, den man bei'm

Tunnelbetriebe unter der Themse anwendete. Um das Aufsteigen des sehr flüssigen Sandes zu verhindern, könnte die Oberfläche des armirten und schneidenden Kranzes durch eiserne oder hölzerne Scheider in Abtheilungen getheilt seyn, die mit hölzernen oder blechernen Klappen, welche sich gegen das Gebirge legen, versehen seyn könnten. Endlich müssten die Segmente, aus denen die Cuvelagekränze bestehen, untereinander verbunden seyn, weil dieselben an die obern aufgehängt werden müssen, und es sind daher auch cirkelförmige Kränze zweckmässiger, als polygonale.

Schwierigkeiten, welche die Wasserhaltung veranlasst. Mögliche Anwendung der Triger'schen Luftschleuse. Alle die aus der schwimmenden Beschaffenheit des Gebirges hervorgehenden Schwierigkeiten würden sicher durch eine zweckmässige Anwendung der oben angegebenen Verfahrungsarten überwunden werden können. Die Operation könnte nur durch zu bedeutende Wasserzuflüsse erschwert werden, und diese Wasser würden sich um so schwieriger herausschaffen lassen, da sie sandige und schlammige Theile enthalten, wodurch das Spiel der Ventile der Wasserhaltungspumpen oft aufgehalten wird. Kann man die Wasser durch ein Bohrloch in eine untere Strecke ablaufen lassen, aus welcher sie dem Sumpfe eines Schachtes zufielen, aus dem man sie, nachdem sie einen Theil der mit ihnen vermengten Substanzen abgesetzt haben, durch Pumpen zu Tage schaffen kann, so darf man nicht säumen, zu diesem Mittel seine Zuflucht zu nehmen. Es ist, wie wir sahen, zu Anzin schon angewendet worden, und es hat dort die geringe Ausdehnung der Bank von schwimmendem Sande es gestattet, dieselbe auf diese Weise abzutrocknen. Da, wo dies unmöglich ist, könnte der Triger'sche Apparat unter gewissen Umständen sehr wirksam seyn. Er müsste da angebracht werden, wo das obere feste Gebirge aufhört, oder da, wo der Schacht schon mit einem wasserdichten Ausbau versehen ist. Könnten sich die Arbeiter in so verdichteter Luft aufhalten, dass die Wasser vollständig in das Gebirge zurückgetrieben werden, so würden gar keine Schwierigkeiten vorhanden seyn. Wäre aber der Druck der Luft zu bedeutend, müsste der Luftdruck dazu zu bedeutend sezn, so müsste man das Wasser mittelst einer durch die Luftschleuse gehenden Steigeröhre herausschaffen. Die Luft würde man durch eine, mit einem zur Regulirung bestimmten Hahne versehene Seitenröhre einströmen lassen, so dass sich eine hinlängliche Menge Luft mit dem Wasser vermengte, um dasselbe nicht bis zu Tage aus, sondern nur in einen Behälter zu drücken, welcher in einem im festen Gebirge von dem Schachtstosse aus getriebenen Orte angebracht wäre, und von wo aus die Wasser von der gewöhnlichen Wasserhaltungsmaschine aufgenommen würden. Der mässige Luftdruck in dem Absinken würde die Wasserzuflüsse schon vermindern, und es würde diese Verminderung ohne Zweifel in dem Verhältnisse der Quadratwurzel der Höhe des Wasserstandes in dem Gebirge über der Wassersäule, welche den Ueberschuss des Drucks der Luft in dem Schachte über den atmosphärischen Druck misst, stattfinden. Endlich würde die Wasserhaltung aus dem Absinken durch ein einfaches Rohr ohne ein bewegliches Stück bewirkt werden, so dass die sand- und schlammhaltigen Wasser, ohne Nachtheil des Apparats, gehoben werden könnten. Auch würde man dem Rohre einen nur geringen Durchmesser geben müssen, damit die mit dem aufsteigenden Wasser vermengte Luft sich nicht so leicht aus der flüssigen Säule entwickeln und nach Oben zu entweichen könne. Es würde daraus eine wesentliche Vermehrung der Reibung folgen, und ohne Zweifel würde die verbrauchte Kraft weit beträchtlicher seyn, als die dem gehobenen Wasser entsprechende, sowohl wegen des

Widerstandes der Luftpumpe, welche als Mittel zwischen dem Motor und dem zu hebenden Wasser dient, als auch wegen der Art der Wasserhebung. Dennoch würde man durch eine zweckmässige Regulirung des Steigerohrdurchmessers nach der Erfahrung und besonders des der Oeffnung, durch welche die Luft eindringt, um sich mit dem Wasser zu vermengen, dahin gelangen, dies System als Maschine erträglich gut zu machen. Auch würde der Ueberschuss der verwendeten Kraft gänzlich oder theilweise durch die Verminderung des zufliessenden Wassers ersetzt werden, welches durch den Druck der Luft auf die Schachtstösse veranlasst wird.

Schachtmauerung *).

Materialien und Verfahren, welche bei der Schachtmauerung angewendet werden. Man zieht das Ausmauern der Schächte dem Auszimmern im Allgemeinen vor, wenn dieselben länger, als 6 oder 7 Jahre, offen erhalten werden sollen, wie es mit fast allen tiefern Schächten der Fall ist. Die dabei angewendeten Materialien sind dieselben, wie bei der Streckenmauerung, nämlich natürliche und wenig oder mehr behauene Bruchsteine, Ziegelsteine und nur selten, ja nur bei der Aufführung einiger Bogen, behauene Quadersteine. Diese Materialien werden durch Mörtel miteinander verbunden, der hydraulischer seyn muss, oder gar durch hydraulische Cemente. Ist das Gebirge dagegen wasserfrei und übt es nur einen geringen Druck aus, so mauert man trocken, indem die Fugen mit Moos und mit kleinen Steinen ausgefüllt werden.

Die Grundsätze, welche bei der Schachtmauerung in Bezug auf Anwendung und Nützlichkeit von Gewölb- und Scheibenmauer gelten, sind dieselben, welche man bei der Streckenmauer zu berücksichtigen hat. Während indess die letztere in den meisten Fällen in ihrer ganzen Erlängung auf festem Gestein zu ruhen pflegt, muss sich die erstere fast ganz oder zum Theil in sich selbst erhalten, indess die Gesammtlast auf einzelne und wenige Unterstützungspuncte im festen Gesteine zusammengehäuft wird.

Die bei der Schachtmauerung vorkommenden Arbeiten sind grösstentheils dieselben, wie bei der Streckenmauerung und sind bei dieser abgehandelt. Es müssen daher hier nur die einzelnen Arten der Mauerung angegeben werden.

Die Schachtmauerung zerfällt in: 1) Mauerung in seigern und 2) solche in flachen Schächten.

Mauerung der seigern Schächte. Ein solcher Schacht kann zu verwahren seyn:

1) In einem oder in beiden kurzen Stössen;
2) in einem oder in beiden langen Stössen;
3) in beiden kurzen und in einem oder beiden langen (allen vier) Stössen;
4) in allen vier Stössen und durch Schachtscheider.

Auch hier nennt man, wie bei der Streckenmauerung, die Mauerung in den ersten beiden Fällen, halbe, in den letzten beiden, ganze. Ein Unterschied zwischen dem Hangenden und Liegenden findet bei seigern Schächten entweder gar nicht, oder höchstens in der Gesteinsfestigkeit statt.

*) Auch dieser Abschnitt ist mit Hülfe des trefflichen Werks vom Professor Gätzschmann ergänzt.
Hartmann.

Verwahrung von einem der kurzen Stösse. Es wird über der unter dem Schachte hingehenden Strecke oder dem Füllorte, oder wenn es in der Mitte des Schachtes ist, überhaupt an dem Puncte, von welchem aus die Mauerung aufgeführt werden soll, vom Liegenden nach dem Hangenden, ein starker Tragebogen, von nicht unter 2 Fuss Stärke, 2 bis 3 Fuss Breite und derjenigen Weite geschlagen, welche der der Strecke des Füllortes oder überhaupt des Schachtes angemessen ist. Man giebt ihm, nach Verhältniss der Weite des Schachtes und der Grösse des gewählten Halbmessers, 4 bis höchstens 5 Zoll Cirkel. Die Sehne wird söhlig oder nach demjenigen langen Stosse hin etwas aufgerichtet, gelegt, in welchem das Gestein weniger haltbar ist; sowohl um einen grössern Druckwinkel für das Gewölbe selbst auf dieser Seite zu erlangen, als auch um eine Vertheilung des grössern Theiles der Last der auf diesem Tragebogen aufzusetzenden Mauer auf die andere zu bewerkstelligen. Die Widerlager werden auch hier so tief gehauen, bis man völlig festes und sicheres Gestein trifft. Fig. 1, Taf. 16, *A*.

Auf diese Haupt- oder Trageböge wird, für Fälle gewöhnlicher Art, geradstirnige Scheibenmauer von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Fuss Stärke aufgesetzt. *Fig.* 2. Wird jedoch der Schacht sehr weit oder hat er auch in den kurzen Stössen viel Druck abzuhalten, so wird auch krummstirnige Scheibenmauer mit $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Z. Cirkel aufgeführt. Im letztern Falle erhält auch die Stirn der Trageböge diesen Cirkel. *Fig.* 3. Mag nun die Stirn der Scheibenmauer gerade oder gekrümmt seyn, so ist sie mit der aller Haupt- und übrigen Bögen bündig.

Blosse Stossmauern sind in Tage- und Streckenschächten bei grösserer Mächtigkeit des Ganges, und wenn die Schachtstösse im abgebauten Felde stehen, anwendbar, da bei ihnen, des aus etwaigen Brüchen hervorgehenden grössern und mehrfachen Nachtheils wegen, das Stossverschiessen, den Aufwand ungerechnet, weit mehr Sorgfalt und Aufsicht erfordert, als die Getriebezimmerung auf Strecken.

Der hinter der Stossmauer bleibende leere Raum wird mit Bergen fest ausgesetzt.

Verwahrung des einen oder beider langen Stösse. Sind beide kurze Stösse fest, was seltner der Fall ist, oder es soll nur in einem oder in beiden langen Stössen Mauer aufgeführt werden, so geschieht dies ebenfalls durch krummstirnige Scheibenmauer.

Sollte es auch zuweilen der Fall seyn, dass beide lange Schachtstösse in die Ulmen einer darunterliegenden Strecke fielen, so wird es doch fast stets ebenfalls nöthig seyn, die Mauerung auf Haupttragebogen über der Strecke, oder, nach den Umständen, in der Mitte des Schachtes aufzusetzen. Fig. 4, Taf. 16, *A*. Finden diese Trageböge in den kurzen Stössen hinlänglich feste Widerlager im Nebengesteine (da es Regel ist, sie nie in, wenn auch noch so fester, Gangmasse aufzusetzen), so können sie gleich auf diesen ruhen, ausserdem aber würden zuvor zwei Trageböge zwischen dem Hangenden und Liegenden, und zwischen diesen die an den langen Stössen zu spannen seyn. Fig. 5. — Die Construction der Hauptbögen, sowie der Scheibenmauer mit eingelegten Spannbögen, ist ganz dieselbe, wie die in den kurzen Stössen; Cirkel und Stärke der Bögen sind die schon angegebenen, und jener beträgt bei'm stärksten Drucke nicht mehr als 2 Zoll, da der Druck bei seigern Schächten, unter den gewöhnlichen Umständen, ohnehin nicht so sehr bedeutend ist.

Verwahrung von drei oder vier Stössen. Zuerst werden, Fig. 6, Tafel 16, *A*, in den kurzen Stössen, zwischen Hangenden und Liegenden, zwei starke Haupttragebögen geschlagen, als wenn erstere ganz allein zu verwahren wären; auf ihnen richtet man sodann die Widerlager für einen oder beide Tragebögen im Hangenden und Liegenden vor, und zwar so, dass nach Verhältniss der Stärke der ersten Bögen, unter den Widerlagern noch 12 bis 18 Zoll hoch freie Stirn bleibt. Hierauf führt man in allen drei, oder nach Befinden, 4 Stössen die Scheibenmauer gewöhnlich zugleich auf, indem man die kurzen und langen Stösse in den Winkeln durch wechselsweise übergreifende Steine gut verbindet, Fig, 6, *C*. — Die Fälle, dass die kurzen Stossmauern gleich im Ganzen auf der Sohle des Schachtes aufgesetzt werden, und für sie daher keine Haupttragebögen nöthig sind, sowie dass man auch die Tragebögen für die langen Stossmauern ersparen und dieselben gleich auf der Sohle des Schachtes aufsetzen kann, sind selten. — Alle vier Tragebögen erhalten in gewöhnlichen Schächten $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuss Stärke und 3 bis 4 Zoll Cirkel. — Die Tragebögen der kurzen Stösse können aber, wenn diese festere Widerlagen darbieten, ebenso gut auf die langen gesetzt werden, als umgekehrt, wie Fig. 6 zeigt.

Wird ein Schacht in allen vier, oder auch nur in drei Stössen ausgemauert, so erhalten in den meisten Fällen, wenn der Schacht nicht zu weit und der Seitendruck in den kurzen Stössen zu stark ist, nur die langen Stossmauern Cirkel; treten die beiden genannten Umstände, vorzüglich der letztere, ein, so werden alle vier Stösse in krummstirnige Scheibenmauer gesetzt. — Bei etwas starkem Drucke wendet man zuweilen auch umlaufend elliptische Mauerung an, zieht aber, wie wir weiter unten noch zeigen wollen, in den meisten Fällen dieser Art die cirkelrunde Mauerung vor.

Sicherung der langen Stösse durch einen gemauerten Schachtscheider. Bei etwas bedeutender Schachtlänge vermehrt man die Sicherheit der langen Stösse sehr durch Anbringung gemauerter Schachtscheider, welche den Fahrschacht vom Förderschacht trennen. Schachtscheider sind daher, wie die kurzen Stossmauern, jedoch in der Ausführung noch sorgfältiger zu behandeln. Sie werden ebenfalls auf Tragebögen aufgesetzt, deren Breite ihrer Stärke gleich ist und 12, 18 bis 24 Zoll beträgt, während sie bei grösserer Teufe durch eingelegte Spannbögen unterstützt werden.

Allgemeine Regeln bei der seigern Schachtmauerung. Nach Herstellung des nöthigen freien Raumes (wenn derselbe noch nicht vorhanden), durch Abtreiben und Stossverziehen, werden die Haupttragebögen, und zwar, wenn deren in allen vier Stössen nöthig sind, die beiden untersten, in Angriff genommen. Soll auf dieselben krummstirnige Scheibenmauer aufgesetzt werden, so müssen sie nach doppeltem Cirkel, ihrem eigenen und dem der Scheibenmauer gespannt, daher auch doppelte Schablonen dazu aufgestellt, und ihre Zurichtung mit besonderer Aufmerksamkeit behandelt werden. Die Wölbsteine erhalten daher auch doppelte Keilform.

Die Widerlager für das zweite Paar Tragebögen werden gleich auf den Stirnen der Wölbsteine für die erstern vorgerichtet, ehe man dieselben legt, daher eigentlich zu der Bearbeitung jedes einzelnen Steines eine besondere Schablone gefertigt werden muss, wenn eine vollkommene Genauigkeit stattfinden soll.

Diese Tragebögen erhalten gewöhnlich mehr Breite, als die darauf zu setzende Scheibenmauer stark ist, indem man sie, wo möglich, hinten an das Gestein anschliessen lässt. Der hinter der Scheibenmauer freibleibende Raum wird, wie schon erwähnt,

mit Bergen versetzt und sogar wohl ausgeschlagen. Sind alle vier Tragebögen aufgestellt, so setzt man die Scheibenmauer darauf. Diese selbst wird, wenn sie geradstirnig ist, nur nach dem Lothe, wenn sie krummstirnig, nach in gewissen Höhen befestigten Schablonen aufgeführt, von denen herabgelothet wird, während man eine andere nur zuweilen anhält und die Mauer darnach berichtigt.

Mit Schlagung einzuwölbender Spannbögen geht man gewöhnlich der Scheibenmauer ein Stück voraus, welche letztere alsdann bis in die innere Wölbung des Spannbogens nachgezogen wird. Da hierdurch der Aufstand der Wölbsteine verdeckt wird, so erhalten sie an diesem nur gerade die nöthigste Bearbeitung. Spannschichten werden aber auch oft erst dann geschlagen, wenn die Scheibenmauer bis zu dieser Höhe aufgeführt ist.

Die Schachteinstriche und ganze Schachtzimmerung legt man entweder gleich mit in die Mauerung ein und giebt dabei, um dieselben später leicht einwechseln zu können, den Bühnlöchern etwas mehr Tiefe und Höhe, als sie für die Auflage und Stärke der Hölzer eigentlich zu haben brauchten, worauf man den überflüssigen Raum dahinter und darum mit Pfändekeilen ausfüttert, so dass man dieselben leicht wieder wegnehmen und den Einstrich tiefer hineinschieben kann, um ihn bei'm Einwechseln aus dem Anfalle herauszuheben; oder man treibt die Hölzer nur mit Fusspfählen an die Mauerung an. — In dem erstern Falle kann man übrigens auch die ersten Einstriche wirklich so lange einlegen, als sie das tiefere Bühnloch ausfüllen, bei'm nachherigen Auswechseln aber haut man dieselben aus und befestigt, auf die beschriebene Art, mit Pfändekeilen, kürzere darin. Auf diese Einstriche können entweder, in seigern Schächten, sogleich die Bühnen und Gerüste für die fortschreitende Mauerung angelegt, oder auch besondere Hölzer dazu in dem Schachte und zwischen der Mauerung eingespreizt werden.

Eine zweckmässige Einrichtung, vorzüglich in nicht zu langen, und in solchen Schächten, welche nicht zu Treibeschächten, mit Tonnenleitung vorgerichtet sind, ist die: in den beiden kurzen Stossmauern von Zeit zu Zeit Oeffnungen anzubringen, in welche man starke Pfosten einschieben und so zu jeder Zeit, für irgend einen Zweck, ohne grosse Mühe und Zeitaufwand, im Schachte Bühnen herstellen kann. Diese Vorrichtung kann man auch in jedem flachen Schachte anbringen. — Alle für die Ausmauerung von seigern Schächten gegebenen Regeln, sind auch für die fast seigern, bis zu 85 Gr. Fallen anwendbar.

Aufsattelung der Schächte. Fast durchgängig wird ein Tageschacht mit seiner Hängebank mehre Fuss über die eigentliche Gebirgsoberfläche zu liegen kommen, indem gewöhnlich schon eine so hohe Halde vorhanden ist und man auch noch Haldensturz zu erlangen beabsichtigt. Die hierbei in jedem Falle, der Schacht mag übrigens ausgemauert werden oder nicht, erforderliche Mauerung, vornämlich bei flachen Schächten die liegende, ist gehörig zu unterstützen, selbst wenn sie nur in aufgelös'te Gebirgsmasse oder Dammerde fällt, damit dieser Theil des Schachtes nicht verschoben werde. Man füllt daher in der Halde oder der aufgelös'ten Gebirgsmasse nieder, und mauert ein Bette von grossen Bergwänden, trocken und der Rücken terassenartig in der Halde aufruhend, auf welchem Bette die eigentliche Schachtmauerung aufgeführt wird.

Schachtmauerung in der Nähe von Tage. Seigere Schächte werden in der Nähe von Tage fast stets durch Dammerde oder rölliges Gebirge abgeteuft und dann ausgemauert, bis dass man auf festes Gestein gelangt. Diese Mauerung muss aber

wasserdicht seyn, damit keine Wasser eindringen. Man erreicht diesen Zweck, indem man die Mauerung mit ausgewählten Steinen und mit Wassermörtel ausführt, oder indem man zwischen der Mauerung und dem Gebirge eine Verlettung einstampft. Diese letztere Methode wird hauptsächlich bei'm Steinkohlenbergbau im französischen Loire-Depart. angewendet. Der Schacht wird bis zum festen wasserdichten Gebirge, mit Hülfe einer verlornen Zimmerung so weit abgeteuft, dass die Mauerung und die Verlettung eingebracht werden können. Auf dem festen Gesteine richtet man eine cirkelförmige oder elliptische Unterlage vor, welche die Mauerung aufnimmt (Fig. 17, Tafel 17). Die vorliegende Mauerung wird gewöhnlich mit behauenem Kohlensandsteine von 0,50 Met. (18 Zoll) Stärke und mit Mörtel von schwach hydraulischem Kalk und Sand, bis zu Tage ausgeführt. Die Verlettung erfolgt in dem Maasse, dass die Mauerung sich erhebt, indem man den Letten zwischen dieselbe und das Gebirge 18 bis 24 Zoll stark feststampft. Das Mauerwerk wird alsdann noch 3 bis 4 Meter über Tage, aus den oben angegebenen Gründen, aufgesattelt.

Ist das Gebirge bis zu den festen Schichten sehr röllig oder gar schwimmend, so senkt man einen gemauerten Schacht auf die weiter oben beschriebene Weise bis zu der festen Schicht ein. Das Abteufen wird durch eine verlorne Zimmerung gehalten und hinter der Mauerung wird, sobald dieselbe den festen, vorher zugeführten Grund erreicht hat, das lose Gebirge fest verstampft.

Mauerung in aufeinander folgenden Stücken, die auf hölzernen Jöchern oder Kränzen ruhen. Sehr häufig wird die Mauerung seigerer Schächte nur stellen- oder partienweise von Oben nach Unten ausgeführt, in dem Maasse, dass das Absinken vorschreitet. Diese Stücken von Mauerung ruhen auf hölzernen Jöchern oder Kränzen, die mit den festen Gesteinschichten, welche zu dem Ende zugeführt worden, durch Verkeilen fest verbunden sind. Sind keine festen Schichten vorhanden, so werden die Kränze mittelst eiserner oder hölzerner Stangen, entweder an obern, schon festliegenden Kränzen, oder an langen Rüstbäumen, die quer über der Schachtöffnung liegen, aufgehängt. Dieses Verfahren gewährt den Vortheil, dass die verlorne Zimmerung fast gänzlich vermieden werden kann. Es wird im französischen Nord-Departement, in Belgien und England ausschliesslich angewendet. Dass zwischen den verschiedenen Theilen der Mauerung hölzerne Kränze liegen, hat keinen merklichen nachtheiligen Einfluss auf diese.

Im Nord-Departement muss man, nachdem man das schwimmende Gebirge durchsunken und diesen Theil des Schachtes in wasserdichte Zimmerung gesetzt hat, von der wir weiter oben redeten, ehe man das Steinkohlengebirge erreicht, noch sehr mächtige Schichten von Mergel, Thon und Conglomerat, die sogen. Turtia, durchsinken. Dieser Theil des Schachtes wird mit Ziegelsteinmauerung versehen, die man auch in dem untern Theile der Kreide- und in der Steinkohlenformation beibehält. Die dazu angewendeten Ziegelsteine sind entweder rechteckig oder trapezoidisch. Die erstern sind 0,23 Met. lang, 0,10 Meter breit und 0,06 Meter stark. — Die trapezförmigen Steine, die für Schächte von 2,90 bis 3 Met. Durchmesser angewendet werden, sind vorn 0,10 und hinten 0,117 Met. breit und oben so lang und stark, als die rechteckigen.

Die Verbindung der Ziegelsteine erfolgt durch einen Mörtel, der aus Kalk, Steinkohlenasche und zerstossenen Ziegelsteinen, in gleichen Volumtheilen miteinander vermengt, besteht.

Die hölzernen Kränze, auf denen man die stückweise Mauerung aufführt, sind 0,18 Met. stark und nach der Halbmesserrichtung etwa 0,35 Met. breit. Sie bestehen aus mehren Cirkelstücken, die eben so zugerichtet und zusammengefügt sind, wie die Cuvelagekränze. Sie liegen etwa 6 Met. auseinander.

Etwa 4 oder 5 Meter unter dem Keilkranze der Cuvelage bringt man einen solchen Kranz an, indem man auf die Zuführung des Gesteins eben die Sorgfalt verwendet, wie bei jenen. Man verkeilt den Kranz sehr fest mit dem Gesteine, führt darauf die Ziegelsteinmauerung auf demselben auf und sieht dahin, alle leeren Räume zwischen derselben und dem Gesteine, sorgfältig auszufüllen.

Zwischen diesem ersten Stücke von Mauerwerk und dem Keiljoche, auf welchem die Cuvelage ruht, bringt man einen schwachen Kranz an, den man Rinnenkranz *(roue à gargouille)* nennt. Dieser Kranz springt um einige Centimeter in dem Schachte vor und dieser vorspringende Rand enthält eine ringförmige Rinne *(gargouille)*, die das durch die wasserdichte Zimmerung sickernde Wasser aufnimmt. Man verkeilt diesen Rinnenkranz sehr sorgfältig zwischen das Mauerwerk und der untern Seite des Keilkranzes. Ferner bekleidet man seine Ränder mit dünnen Eisenstäben, damit die Tonnen bei'm Auf- und Niedergange nicht daran hängen bleiben. Aus der Rinne fällt das Wasser einem, an der Wand des Schachtes angebrachten Kasten zu, der es einem niedriger liegenden, in dem wasserdichten Thone vorgerichteten Reservoir zuführt.

Ist die Mauerung von diesem Theile des Schachtes vollendet, so richtet man etwa 6 Meter tiefer einen andern Kranz vor, der ebenfalls, wie der obere, verkeilt wird. Auch in diesem Theile bringt man wieder einen Rinnenkranz an, der das Wasser sammelt und abführt.

Auf die ganze Höhe des schwimmenden Gebirges und bis auf 20 bis 25 Meter unter dem festen Puncte der Cuvelirung, trennt ein senkrechter Scheider von Bretern von dem übrigen Theile des Schachtes, ein Segment, in welchem die Fahrten zum Ein- und Ausfahren der Mannschaft angebracht worden sind. Dieser Schachtscheider muss luftdicht seyn, weil diese Scheidung des Schachtes in zwei Räume zur Wetterführung dient. Sie besteht aus Bretern, die mit Nuth und Feder aneinander gefügt worden sind. Man nagelt diese Breter an Einstriche, welche quer durch den Schacht gehen und gegen Klötze genagelt sind, die man an den Kränzen der Verdämmung befestigt hat. Zu beiden Seiten ist der Scheider in die Ziegelsteinmauer eingelassen. Die Figur 1 bis 4, Taf. 18, stellen diesen Scheider dar, der unten, Fig. 3, in eine geneigte Fläche ausläuft, welche in die Wände eingelassen worden ist und den Zweck hat, dass die Fördergefässe nicht daran hängen bleiben. Die Fahrten stehen in der kleinern Abtheilung des Schachtes anf Ruhebühnen, die von 10 zu 10 Meter angebracht worden sind. Jede Ruhebühne ist mit einer Oeffnung, einem Fahrloche, Fig. 2, versehen, durch welches ein Mann ungehindert hindurch gelangen kann. Fig. 3 stellt den untern Theil des Schachtscheiders in dem gemauerten Theile dar; *MN* ist der Eingang zu einer, in dem Thon getriebenen Strecke, die zu einem kleinen, tiefern, seigern oder donlägigen Schachte führt, durch welchen die Arbeiter bis zum tiefsten Puncte der Grube gelangen. Um bei dieser Streckenöffnung zusammengesetzte Mauerarbeiten zu vermeiden, stellt man auf einen hölzernen Keilkranz, der in der Sohle des Querschlages angebracht worden ist, ein Thürstockgeviere, bestehend aus einem Schwell, zwei seigern Thürstöcken und einer Kappe. Diese und der Schwell sind nach dem Kreisschnitte des

Schachtes zugehauen und reichen über die Thürstöcke 20 bis 25 Cent. (8 bis 10 Zoll) hinaus.

Fig. 5 und 6 stellen das hölzerne Gevierte in der Mauerung als Eingang zu einer andern Strecke, *Bowette à bleus* genannt, dar. Diese Strecke oder dieses Ort dient zur Aufnahme der Wasser, welche durch die Verdämmung gedrungen sind. Der Eingang ist in der grössern Abtheilung des Schachtes, der zur Förderung dient, und liegt in geringer Entfernung unter einem Rinnenkranze und in einer Bank von festem und wasserdichtem blauen Thone. Man macht das Ort gewöhnlich 1,50 Met. hoch und weit.

In einer kleinen Entfernung von dem Schachtstosse richtet man einen hölzernen Damm vor, welcher die Wasser aufhalten soll. Er besteht aus einem Schwell und zwei seigern Säulen, die mit Nuthen versehen sind, welche die Feder von Bretern aufnehmen, die mittelst Nuht und Feder verbunden sind. Dieser Breterdamm kommt in eine Vertiefung in der Sohle und in Schlitzen in beiden Ulmen des Orts zu stehen und die Ränder dieser Vertiefungen werden mit Letten verstrichen. Die Fugen der Bohlen werden kalfatert. Der Damm ist 1,40 Met. hoch; eine in dem Gebirge angebrachte, 0,03 Met. weite, weissblecherne Röhre, leitet das Wasser aus der obern Rinne dem Orte zu. Der untere Theil des Dammes ist mit einem Hahne versehen, an dem ein lederner Schlauch angebracht, der lang genug ist, um das Wasser in eine Tonne zu leiten, und es alsdann auszufördern. Die Tonne wird an dieser Stelle durch eine Kette mit einem Haken aufgehalten, die an einer der Säulen des Dammes hängt.

Auf diese Weise nun wird der Schacht bis in's Tiefste ausgemauert. Man giebt der Mauerung selten mehr, als eine Ziegelsteinstärke und nur, wenn der Thon sich aufblähet, macht man sie $1\frac{1}{2}$ Ziegelsteine stark.

Bei einer Belegung des Schachtes von 4 Mann, die sich in beständigen Schichten ablösen, können wöchentlich 18 Met. im Thone abgesunken werden und 10 Met. wöchentlich im Steinkohlengebirge.

A u f h ä n g e n d e r K r ä n z e a n o b e r e K r ä n z e, o d e r a n R ü s t b ä u m e. Je weniger fest das Gebirge ist, um so näher werden die Kränze einander gelegt. Ist das Gebirge nicht fest genug, um die Kränze mit dem Mauerwerke darauf legen zu dürfen, so hängt man die Kränze mittelst eiserner oder hölzerner Stangen, entweder an Kränze oder Balken aus, die in einer obern Teufe in das feste Gestein eingebühnt worden sind, oder an starke Rüstbäume, die über Tage aufliegen, und die nach dem Innern des Schachtes zu soweit vorspringen, dass sie den Stangen zum Aufhängepuncte dienen. Die Figg. 10, 11 und 12, Taf. 16, stellen den obern Theil eines auf diese Weise ausgemauerten Schachtes, in den Steinkohlenbergwerken von Cavaillac bei Vigan im Gard-Depart. dar. Die Mauerung besteht aus drei concentrischen Ziegelsteinlagen. Jeder Ring der Steine bildet für sich einen fortlaufenden Schraubengang durch die ganze mit einem Male auszumauernde Höhe hindurch, um nicht jede Schicht für sich mit einem Schlusse versehen zu müssen. Um die Lagerfugen zu decken, werden die Steine in dem mittlern Ringe um einen halben Stein höher gelegt, als in dem innern und äussern. Der Raum zwischen dem äussern Umfange der Mauer und dem Gesteine wird sorgfältig mit Letten ausgestampft. Fig. 10 zeigt einen Durchschnitt des ersten Abteufens, vor der Ausmauerung. Die Fig. 11 ist ein horizontaler Durschschnitt nach einer Ebene im Niveau der Tageöffnung; Fig. 12 der senkrechte Durchschnitt des obern Theiles von dem ausgemauerten Schachte. Die Mauerung ist über Tage aufge-

sattelt und durch dieselbe gehen die Rüstbäume *a, a, a,* an deren in den Schacht vorspringenden Enden die Stangen zum Anhängen des Kranzes befestigt sind.

Wasserdichte Ausmauerung oder gemauerte Cuvelirung. Ist das Gebirge wasserreich und will man das Wasser durch die Ausmauerung abhalten, so muss man statt der gewöhnlichen Kränze, Keil- oder Picotagekränze anwenden und mit grosser Sorgfalt ausgesuchte Ziegelsteine nehmen, die mit einem Mörtel verbunden werden, der aus Quarzsand und hydraulischem Kalk besteht, oder besser noch mit römischem Cement.

Trifft man Quellen an, so wird eine zweizöllige Röhre von Weissblech oder eine hölzerne Lutte senkrecht auf ein horizontal an dem Holzkranze gebohrtes Loch aufgestellt, um den Wassern einen freien Abfluss zu verschaffen. Zwischen der Röhre und der hintern Seite der Mauerung muss wenigstens ein Raum von 2 Zoll bleiben, der mit Letten ausgestampft werden kann. In dem Maasse wie die Mauerung und die Lettenverstampfung hinter derselben aufgeführt wird, werden auch Röhrenstücke von 3 Fuss Länge aufgesetzt, solange wie die Quelle aufsteigt. Ist das Niveau derselben erreicht, so wird die Röhre oben geschlossen, und die Wasser behalten fortdauernd ihren Abfluss, damit sie nicht nachtheilig auf die frische Mauerung einwirken können.

Zur weitern Ableitung der Wasser wird eine Rinne oder Kandel ringsum im Schachte angebracht, von der aus dieselben in einem ledernen Schlauche in den Sumpf geleitet werden. Diese Rinne wird auch wohl gleich, wie bereits bemerkt, in dem Holzkranze angebracht, und die Mauern in jeder Steinlage $\frac{1}{2}$ Zoll überspringend aufgemauert, bis so der gewöhnliche Durchmesser derselben erreicht ist. Erst nachdem die Mauer eine längere Zeit ausgetrocknet ist, werden die Löcher in den Kränzen, durch welche die Quellen abfliessen, zugespundet, so dass die Wasser hinter der Mauerung auftreten müssen. Die Anwendung von hydraulischem Mörtel bei dieser Mauerung ist nicht unbedingt erforderlich, indem die Lettenverstampfung dieselbe vor der unmittelbaren Einwirkung des Wassers schützt.

Wenn auch nicht zu leugnen ist, dass der Mauerung ihrer längern Dauer wegen der Vorzug vor der Zimmerung bei dem Grubenausbaue gegeben werden muss, und dass unter gewissen Umständen mit einer solchen Schachtmauerung Wasser und selbst bei einem ziemlich hohen Drucke abgedämmt werden können; so muss doch auch eingeräumt werden, dass diese Ausführung im Allgemeinen noch bei Weitem mehr Hindernisse finden dürfte, als die wasserdichte Schachtzimmerung. Besondere Schwierigkeit hat die wasserdichte Verbindung der Mauerung mit dem Picotagekranze.

Mauerung der flachen Schächte. Es können dabei zu verwahren seyn:

1) Einer oder beide kurze Stösse;
2) das Hangende;
3) das Hangende mit beiden kurzen Stössen;
4) Hangendes und Liegendes;
5) Hangendes, Liegendes und beide kurze Stösse;
6) Hangendes, Liegendes und beide kurze Stösse mit Schachtscheidern.

Wirkliche Verwahrung des Liegenden, ohne dass die andern Seiten deren bedürften, kommt nicht vor, da, wenn das Liegende so gebräch ist, dass es deren bedarf, auch die übrigen Schachtstösse nicht für sich stehen werden. Eben so fällt meist der zweite Fall mit dem dritten, der vierte mit dem fünften zusammen, da in flachen, auf

Gängen abgesunkenen Schächten, nicht leicht Mauerung im Hangenden allein, ohne die der kurzen Stösse, hergestellt wird.

Verwahrung der kurzen Stösse. Die Mauerung in den kurzen Stössen, Taf. 16, *A*, Fig. 7, wird ganz, wie die in seigern Schächten behandelt. Man setzt auf starke, vom Liegenden nach dem Hangenden, mit nach letzterm meist ansteigender Sehne, geschlagene Tragebögen, Scheibenmauer auf. Spannbögen oder Spannschichten werden desto weniger angebracht, je flacher der Schacht fällt, da in diesem Falle die Mauerung schon mehr auf dem Gesteine des Liegenden als auf den untern Tragebögen ruht. Bei Schächten bis zu 80° und noch mehr Fallen, können die kurzen Stossmauern, wenn keine Hangende darauf ruht, erforderlichen Falls noch mit krummstirniger Scheibenmauer verwahrt werden; bei grösserm Fallen wird stets geradstirnige gewählt, um so mehr, da bei solchem der Seitendruck immer geringer wird.

Verwahrung des Hangenden. In diesem Falle kann man sich, nach Maasgabe des Druckes und des Fallens des Schachtes, der krummstirnigen Scheiben- oder Kellerhalsmauer bedienen.

Diese krummstirnige Scheibenmauer hat dieselbe Construction, wie die in den seigern Schächten, nur giebt man ihr gern mehr, und zwar eben soviel Cirkel, wie gewöhnlichen Gewölben von dieser Weite, d. h., 3 bis 4 Zoll. Ist der Druck nicht zu bedeutend, so kann man diese krummstirnige Scheibenmauer bis zu und unter 45° Fallen anwenden; bei mehr Druck und Fallen aber nur etwa bis bei 60°; bei grösserer Tonnlage, von gegen 30°, ist schon die eigene Schwere der Mauerung zu wirksam.

Die Kellerhalsmauerung besteht in einem fortlaufenden, halbliegenden Gewölbe, welches genau nach dem Fallen des Schachtes gelegt ist und mit dem untern Anfange (der untern Stirn), über einer unter oder durch den Schacht hingehenden Strecke, einem Füllorte oder auch, nach Befinden der Umstände, mitten im Schachte, auf einem grossen hangenden Tragebogen ruht. Fig. 8, Taf. 16, *A*. Krummstirnige Scheibenmauer muss natürlich auf eben solche Tragebögen aufgesetzt werden. Diese Tragebögen erhalten doppelten Cirkel, den einen, welchen der Kellerhals oder die krummstirnige Scheibenmauer hat, um dem Drucke des Hangenden zu begegnen, und den andern, gegen die darauf gesetzte Mauerung selbst, in deren Fallen er liegt, um diese zu tragen. Für diese, sowie für alle Bogen mit doppeltem Cirkel, ist zu bemerken, dass man beide Krümmungen gern nach gleichem Halbmesser fertigt, und dieselben nie einen vollen Halbkreis, sondern nicht leicht über einen Winkel von 60°, oder $\frac{1}{3}$ des Halbkreises, einnehmen lässt, indem im erstern Falle ihre Herstellung weit mehr Schwierigkeiten machen würde, während sie selbst geringern Widerstand leisteten.

Hangendes wird, eben sowie das Liegende, gewöhnlich in dem Falle gut zu verwahren seyn, wenn die Gangmasse fest, das Nebengestein aber aufgelös't ist. Da aber auf Gangmasse nie Mauerung begründet werden kann, wenn dieselbe auch noch so fest erscheinen sollte, so wird unter allen Umständen Stossmauer, wenigstens als Widerlager für die hangende Mauerung, anzulegen seyn. In diesem Falle sind natürlich für die Stossmauern ebenfalls Tragebögen zwischen Hangenden und Liegenden zu schlagen, für welche, bei der geringern Haltbarkeit des Gesteins in einem oder beiden, die Widerlager tiefer in dasselbe zu legen sind. Auf diesen Tragebögen findet wieder der Hangende seine Unterstützung. Der Cirkel, den man dieser Bogen- und Gewölbmauerung giebt, beträgt 3 bis 4 Zoll. Die Breite der Tragebögen ist mit 2 bis $2\frac{1}{2}$ Fuss, die Stärke mit $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuss hinreichend.

Ehemals glaubte man, dass Kellerhalsgewölbe nur in Schächten von weniger als 60° Fallen angewendet werden könnten; bei stärkerm Fallen bediente man sich daher zur Sicherung des Hangenden der Mauerung mit überspringenden Bögen. Es wurden nämlich im Hangenden des Schachtes lauter einzelne, vertikal stehende Bögen stufenweis übereinander geschlagen, so dass jeder vor dem andern um seine ganze Breite vorsprang. Auf jeden Bogen wurde soviel Scheibenmauer aufgesetzt, als nöthig war, um den Raum hinter dem Busen des darüber liegenden auszufüllen. Neuerlich hat man aber den Gebrauch dieser überspringenden Bögen ganz verworfen, indem man erkannt hat, dass bei jedem Fallen des Schachtes Kellerhalsgewölbe mit Vortheil anzubringen ist, welches dem auf dasselbe wirkenden Drucke in der angemessenen Richtung entgegensteht, denselben gleichförmig aufnimmt und auf seine festen Widerlager vertheilt.

Sind nebst dem Hangenden noch die beiden kurzen Stösse zu verwahren, so ist das Verfahren dasselbe, wie in dem vorigen Falle, wo die Stossmauern nur als Widerlager aufgeführt wurden. Auch hier wird die hangende Kellerhals- oder krummstirnige Scheibenmauer auf die in den Stossmauern vorgerichteten Widerlager, diese Scheibenmauer in den Stössen selbst aber auf Tragebögen aufgesetzt, zwischen denen zugleich der Tragebogen für die hangende Mauerung eingespannt ist.

Ist ausser dem Hangenden, oder dem Hangenden und beiden kurzen Stössen, noch das Liegende zu verwahren, so geschieht dies durch auf dem Rücken liegende, gewöhnlich krummstirnige, Scheibenmauer. Diese wird ebenfalls unten auf einem Tragebogen von doppeltem Cirkel aufgesetzt, dessen Stirn mit der Oberfläche der Scheibenmauer, welche nun das Liegende bildet, zusammenfällt, und welcher zwischen die Stossmauern oder Tragebögen derselben, wie der der hangenden Mauer, eingespannt wird. Von Zeit zu Zeit legt man wohl auch noch Spannbögen ein. Diese liegende Mauer erhält nicht über $1\frac{1}{2}$ Zoll Cirkel, da sie in den meisten Fällen nur den Zweck hat, das gebräche liegende Gestein zusammenzuhalten. Ihre Stärke beträgt $1\frac{1}{2}$ bis 2 F. — Hier weicht man jedoch für Herstellung des Tragebogens von der gegebenen Regel ab, beide Cirkel gleich zu setzen, indem derjenige, welcher gegen die aufgesetzte Scheibenmauer spannt, gewöhnlich dem des hangenden Tragebogens gleich gesetzt wird.

Verwahrung durch Schachtscheider. Ist ein flacher Schacht sehr lang, wie, z. B., wenn Treibe-, Fahr- und auch wohl noch Kunstschacht zusammenliegen, so würde ein einziges Kellerhalsgewölbe sehr weit in das Hangende hineinspannen und sehr stark werden müssen, wodurch das Ausschiessen eines weiten Raumes im Hangenden erforderlich gemacht und im Schachte selbst viel unnöthiger und unbenutzbarer Raum hergestellt werden würde. In solchen Fällen erfordert es daher schon die Sicherheit der Fahrenden, einen oder zwei Schachtscheider anzubringen und die ganze Schachtlänge auf zwei oder drei Kellerhalsgewölbe zu vertheilen; das mittlere, grössere, für den Treibeschacht, die kleinern, zu beiden Seiten an den Schachtstössen, für die Fahr- und Kunstschächte. Taf. 16, *A*, Fig. 9.

Diese Kellerhalsgewölbe, oder nach Befinden krummstirnige Scheibenmauer, finden ihre Widerlager theils auf den Stossmauern, theils auf den Schachtscheidern. Die Schachtscheider brauchen nicht stärker, als 30 bis 36 Zoll, zu seyn. Sie ruhen ebenfalls, wie die Stossmauern, auf Tragebögen, welchen erstern sie überhaupt in der Construction völlig gleich sind, nur dass sie auf beiden Seiten frei stehen und daher beide

Stirnen glatt gearbeitet seyn müssen. Ist auch liegende Mauer vorhanden, so wird sie auf dieselbe Weise zwischen den Schachtscheidern eingespannt, wie ausserdem zwischen den Stossmauern.

Wenn die Schachtscheider in seigern, wie in flachen Schächten durch bedeutende Teufen, auf ganze Gezeugstrecken, fortgeführt werden, so ist es nöthig, die Verbindung zwischen dem Treib- und dem Fahrschachte offen zu erhalten. Dies geschieht durch Oeffnungen, für welche man meist umlaufende Ellipsen wählt, die sich selbst ringsum in Spannung erhalten, während man ausserdem in der Mauerung oft sehr künstliche Widerlager für den Fuss des einzulegenden Bogens herstellen müsste. Diese Ellipsen liegen meist mit ihrer langen Achse in dem Fallen des Schachtes. — Ist die Mauerung der kurzen Schachtstösse durch grössere Teufen geführt, so wird sie zwar gewöhnlich bei jeder offenen Gezeugstrecke unterbrochen und über derselben von Neuem angesetzt, zuweilen sind aber nur kleinere Zwischenörter, oder solche Puncte offen zu erhalten, wo Gänge übersetzen, oder wo man überhaupt glaubt, später vielleicht Baue anzulegen. Hier wird in der Stossmauer nur ein kleines Ort offen erhalten, welches nur mit Decksteinplatten, oder einen darüber geschlagenen flachen Bogen verwahrt wird.

Uebrigens gilt für Herstellung der Mauerung in flachen Schächten dasselbe, was für die in seigern. Dasselbe ist der Fall hinsichtlich der zur Fahrung und Förderung nöthigen Zimmerung, den Einstrichen, Stempeln, Tonnenfachhölzern, Fahrtfröschen und dergl., welche alle entweder gleich bei der Aufführung der Mauerung mit in, oder nach deren Vollendung zwischen dieselbe eingelegt werden.

Abführung der Wasser. Dringen in einem seigern Schachte in einem der Stösse Wasser zu, so sind sie hinter der Mauerung zu sammeln, und durch in den Stössen gelassene, mit grossen Steinen bedeckte Oeffnungen in den Schacht zu führen, in welchem man sie, nach Befinden, durch hölzerne Lutten auf die Sohle fallen lassen kann, damit sie die Mauer nicht auswaschen. In flachen Schächten finden sie sich meist in den kurzen Stössen, oder ziehen sich in dieselben, wo man sie dann ebenfalls leicht durch in der Mauer angebrachte Oeffnungen heraus und entweder in, in das Gestein des Liegenden eingehauenen oder in der Mauerung desselben angebrachten, kleinen Gerinnen, grössere Mengen auch in hölzernen Lutten, im Schachte niederführt. Sollten aber selbst aus dem Hangenden Wasser zudringen, so kann man denselben dadurch einen Abzug durch die Mauerung eröffnen, dass man einen besonders grossen Stein in die Mauer einlegt, in welchen eine Rinne gehauen ist, und ihn mit einem eben so grossen bedeckt, durch welche Rinne die Wasser ebenfalls in den Schacht fallen.

Einrichtung der Verbindungen zwischen Schächten und Förderstrecken und der Füllörter. Die Verbindung der Strecken mit den Förderschächten, muss eine zweckmässige Gestalt für die angenommene Art der Strecken- und der Schachtförderung haben. Stets ist der Schacht tiefer, als die Förderstrecke, damit er einen Sumpf bilde, in welchem sich die Wasser sammeln, die von dort aus zu Tage gehoben werden, wenn sie nicht einen natürlichen Abfluss auf einer Strecke nach einem tiefern Schachte haben oder zu Tage abfliessen.

Die Tageförderung erfolgt, wie wir im 9. Kapitel näher erörtern werden, mittelst Seilen, welche die Streckenfördergefässe unmittelbar, oder andere Tonnen, in welche diese entleert sind, zu Tage schaffen.

Im erstern Falle führt man die gefüllten Fördergefässe bis unter den Schacht, indem sich die auf der Sohle der Förderstrecke angebrachten hölzernen Gestänge oder eiserne

Schienen bis in den Schacht in dem Niveau der Strecke verlängern. Die Förderstrecke muss alsdann an ihrem Verbindungspuncte mit dem Schachte weit genug seyn, um zwei Bahnen aufnehmen zu können, die eine für die in dem Schachte abwärts gehenden leeren und die andere für die gefüllten Förderwägen. Sind die Schächte zu eng, um zwei Bahnen auf der Sohle aufnehmen zu können, so lässt man zwei Strecken mit einfacher Bahn einmünden, die sich in geringer Entfernung vereinigen, und die gewöhnlich an den beiden Enden eines und desselben Durchmessers ausgehen. Die Bühne im Schachte, auf welcher das Ende der Förderbahn vorgerichtet ist, muss wegzunehmen seyn, wenn darunter ein Sumpf zur Aufnahme des Wassers vorhanden ist. Erfolgt die Wasserhaltung mittelst Pumpen, so gehen die Saugröhren durch Oeffnungen, die in der Nähe des einen Schachtstosses in der Bühne angebracht worden sind, welche man aufhebt, wenn der Sumpf gereinigt werden soll, oder wenn man Reparaturen an den Saugsätzen vornehmen will. Wird aber die Wasserhaltung mit Hülfe von Tonnen bewerkstelligt, so muss man die ganze Bühne und die Jöcher, auf denen sie liegt, täglich, nach Beendigung der Förderung, oder sonst von Zeit zu Zeit, wegnehmen. Ein solches Verfahren ist aber sehr umständlich; allein selten führt man auch, in dem Falle, dass die Wasserhaltung mit Tonnen bewirkt wird, die gefüllten Gefässe bis unter den Schacht und richtet in demselben eine Bühne vor. Fördert man ferner in einem und demselben Schachte aus mehren Teufen, so richtet man gewöhnlich in der Sohle der Förder- oder Feldstrecken keine beweglichen Bühnen vor. Die Fördergefässe werden alsdann auf den Strecken bis zum Rande des Schachtes geführt; die abwärtsgehenden Gefässe werden mittelst einer, mit einem Haken versehenen Stange auf diese Strecke hereingezogen, dort von dem Seile abgeschlagen und die vollen Gefässe dagegen angeschlagen.

Ein ähnliches Verfahren wendet man an, wenn die Schachtförderung mit Hülfe von Tonnen bewerkstelligt wird, in welche man die Streckenfördergefässe ausstürzt. Um aber alsdann dies Ausstürzen der Erze in die Tonnen zu erleichtern, zieht man diese nicht auf die Sohle der Förderstrecke, sondern auf einen Absatz von derselben, auf dem sie so steht, dass ihr Rand mit der Sohle gleich steht.

Ist am Füllorte keine Bühne im Schachte vorhanden, muss die Verbindung beider höher, als die Strecke, seyn und die Förste der letztern durch eine geneigte Ebene oder durch ein geneigtes Gewölbe zum Schachte übergehen, damit der Eingang der Tonnen aus der Strecke in den Schacht, und umgekehrt, erleichtert werde.

Einrichtung der Füllörter in den Steinkohlengruben des französischen Nord-Departements. Die Einrichtung der Füllörter, die in die etwa 3 Meter weiten Schächte der Steinkohlengruben im Nord-Depart. ausgehen, ist nach der schon erwähnten Abhandlung von Turbert, die folgende. Siehe Fig. 7, 8, 9 und 10, Tafel 18.

In einer Entfernung von 5 bis 6 Met. von dem Schachte, macht man die Förderstrecke, welche bei nicht festem Gebirge mit einer Ziegelsteinmauerung, die einen ganzen Bogen bildet, ausgebauet ist, höher und weiter, d. h., man giebt ihr 2,50 Met. Breite und 2,75 Met. Höhe bis zum Schlusssteine.

Am Schachtstosse richtet man einen Absatz zur Aufnahme der Tonnen vor, dessen Dimensionen von denen der letzteren abhängen. Für die zu Anzin angewendeten, welche einen räumlichen Inhalt von 6 Hectolitern haben, ist die Sohle des Absatzes 1,15 Met. breit und liegt 1,30 Met. unter der Füllortsohle.

Die Förste dieses Absatzes, den man dort *Potiat* nennt, ist gewölbt, jedoch neigt sich der Bogen unter einem Winkel von 45° von dem Schachte zum Füllorte. Auch die Ulmen und der hintere Stoss des Absatzes sind mit Ziegelsteinen ausgemauert.

Am Eingange des Füllorts ruhet die Schachtmauerung auf einer hölzernen Kappe, Fig. 9 und 10, die aus drei, mit Zapfen verbundenen Stücken besteht, nämlich aus einem, an den Enden geraden und in der Mitte nach dem Schachtradius bogenförmigen Stücke und aus zwei andern, zu beiden Seiten befindlichen, welche den Bogen des mittlern Stücks verlängern. Die geraden Enden des mittelsten Stücks sind in das Gebirge eingelassen, die beiden Stücke zur Seite aber in die Mauerung. Man macht das Mittelstück 3,75 Met. lang und 0,25 Met. im Quadrat stark; die beiden Endstücken sind, bei gleicher Stärke, 1,15 Met. lang. Der vordere Theil des Absatzes ist durch eine, zur Achse des Schachtes schwach geneigte Wand geschlossen, die aus 0,05 Met. starken Bretern bestehet, deren Enden in Nuthen von zwei Säulen eingelassen sind. Unter den Seitenstücken der Kappe sind flache eiserne Stäbe befestigt und mit ihren andern Enden in das Mauerwerk eingelassen, um die Wirkungen der Erschütterungen zu vermindern, welche durch die Stösse der aufgehenden Tonnen veranlasst werden.

Die Sohle des Füllortes ist überall mit gusseisernen Platten bedeckt, damit die Förderwagen dort nach allen Richtungen bewegt werden können. Die vollen Wagen werden bis zu der Schutzwand geschoben, wo ihre Räder gegen einen Klotz stossen. Man entleert gewöhnlich den Wagenkasten in die Tonne, indem man denselben aufkippt, da er mit der Hinterachse nicht fest verbunden ist. Zuweilen werden die aus den Abbauen geförderten Erze oder Steinkohlen auf dem Füllorte aufgestürzt und von dort mit der Schaufel in die Fördertonnen eingefüllt.

Aehnliche Einrichtungen, als die erwähnten, sind bei allen Förderschächten angebracht, wo das zu Fördernde, bei'm Uebergange der Strecken- in die Schachtförderung, in andere Gefässe geschafft werden muss. Wo das Gestein bei der Oeffnung einer Strecke in einen Schacht nicht sehr fest ist, kann die Ausmauerung derselben nicht vermieden werden.

Füllorte der ausgezimmerten Schächte. Die in Zimmerung stehenden Schächte haben gewöhnlich einen rechteckigen Durchschnitt, und die Füllorte sind dann der langen Seite des Rechtecks gleich. An der Verbindung des Füllorts mit dem Schachte bringt man ein sehr starkes Geviere an, bestehend aus zwei seigern Thürstöcken, einer Kappe und einem Schwell. Die Jöcher auf den kurzen Seiten des Schachtes, finden ihren Stützpunct, da das eine lange Joch, der freien Verbindung zwischen Schacht und Strecke wegen, wegbleiben musste, auf Bolzen und gegen die Thürstöcke, des an dem Schachte stehenden Gevieres, so dass die Thürstöcke nicht durch Einstriche geschwächt werden. Soll an der Streckenöffnung ein Absatz zur Aufnahme der Tonnen und zu deren leichterer Füllung vorhanden seyn, so müssen die vordern Thürstöcke nicht allein die Höhe der Strecke, sondern auch die des Absatzes haben. Die Geviere der Füllorte müssen stark und mit Pfählen oder Bretern hinter sich versehen seyn. Häufig verbindet man die Thürstöcke durch söhlige oder geneigte Hölzer, welche dazu dienen, den Druck des Gebirges auf die Jöcher der Schachtzimmerung, von denen eins weggenommen worden ist, in die Förste des Füllorts abzufangen. Die Sohle ist zur leichtern Bewegung der Wägen mit Pfosten oder gusseisernen Platten belegt.

Uebrigens kann die Art und Weise der in einer Grube angewendeten Förderung eine mehr oder weniger verschiedene Einrichtung des Füllortes bedingen.

Sümpfe und Wasserbehälter. Wenn die Schächte zur Wasserhaltung mittelst Pumpen oder Tonnen dienen, so muss unter der Grundstrecke, auf welche nie Wasser hineintreten dürfen, eine Vertiefung vorhanden seyn, deren räumlicher Inhalt bedeutend genug ist, um alle Wasserzuflüsse aufnehmen zu können, während die Wasserhaltungsmaschine nicht im Betriebe ist. Zuweilen wird die Wasserhaltung unterbrochen bewirkt, indem alle innerhalb 24 Stunden zufliessende Wasser in 8 oder 10 Stunden ausgefördert werden. Anderwärts geht die Wasserhaltung ununterbrochen vor sich; allein da die Maschinen bei vorkommenden Reparaturen stille stehen müssen, so ist auch in diesem Falle ein Sammelplatz erforderlich, der so gross ist, dass er die 24stündigen Zuflüsse aufzunehmen im Stande ist. Ein zu tiefer Sumpf würde viel Nachtheile haben, weshalb er nie tiefer, als 5 oder 6 M., unter der Grund- oder tiefsten Feldstrecke gemacht wird. Ist aber diese Tiefe unzureichend, so treibt man in der Nähe ein Ort, welches als Wasserbehälter dienen kann. Es besteht gewöhnlich in einem Ort, dessen Sohle etwas höher als die des Sumpfes, liegt, und das mit diesem entweder durch eine enge Strecke, oder zweckmässiger durch mehre söhlige oder nach dem Sumpfe zu etwas geneigte, an der Sohle beider getriebene Bohrlöcher, in Verbindung steht. Die Grubenwasser werden dem Behälter zugeführt und gelangen dann durch die Bohrlöcher in den Sumpf. Sind sie trübe, wie es häufig der Fall ist, so fallen die erdigen Materien in dem Behälter und in dem Sumpfe nieder, die man daher von Zeit zu Zeit reinigen muss. Es ist alsdann zweckmässig, die Verbindung zwischen beiden nach Belieben unterbrechen zu können, welches leicht dadurch bewerkstelligt wird, dass man die Bohrlöcher mit hölzernen Spunden verschliesst. Damit diese Löcher nicht durch die erdigen Absätze aus dem Wasser verunreinigt werden, kann man vor denselben einen prismatischen Kasten anbringen, dessen Wände entweder aus Stäben bestehen, oder mit Löchern versehen sind, so dass die gröbern Materien nicht hindurchgehen können, sondern in dem Behälter zurückbleiben. Will man ihn reinigen, so werden alle Wasser aus dem Sumpfe gehoben, wodurch jener mittelst der Bohrlöcher auch trocken gelegt wird. Darauf verspündet man die Bohrlöcher und führt die Grubenwasser unmittelbar in den Sumpf. Dann wird der Schlamm aus dem Behälter ausgeschlagen und darauf Alles wieder in den ersten Stand gebracht.

Die Bohrlöcher gewähren nicht allein eine einfache und leichte Verbindung des Schachtes mit dem Wasserbehälter, sondern, was auch sehr wichtig ist, sie schaden auch der Festigkeit des erstern nichts, welches aber der Fall ist, wenn von dem einen Schachtstosse eine weite Strecke ausgeht.

Von dem Verspünden oder der Vorrichtung von Dämmen zum Zurückhalten der Wasser.

Wenn in den Gruben an irgend einem Puncte ein so starker Quell hervorbricht, dass ihn alle anwendbaren Mittel nicht näher an der Tagesoberfläche oder gar auf dieser selbst abzufangen und zurückzuhalten vermögen, der aber auch eben so wenig durch die disponibeln Kräfte und Geldmittel herausgehoben werden kann, so muss der Austritt jenes Zudranges durch einen dammartigen Verschluss verhindert, er muss durch Verspünden abgesperrt und so das Wasser in seinen Canälen zurückgehalten wer-

den, um es bis auf eine höhere Sohle, ja selbst bis zu Tage, woher es kam, wieder hinaufzudrücken.

Jedoch kann dies Mittel nicht allein unter allen Umständen und nicht bei jeder Oertlichkeit angewendet, sondern es muss auch mit aller Umsicht und Behutsamkeit gewählt werden. Man kann es nur anwenden, wenn das Gebirge und die Lagerstätte, in welchen die Gruben betrieben sind, ein festes, zusammenhängendes, unzerklüftetes Ganze bilden, so dass sich das abgesperrte Wasser weder durch eine Kluft an einem andern Puncte, wenigstens nicht in derselben, oder gar in grösserer Teufe, einen andern Ausweg bahnt, noch gar durch den Verschluss zu einer oft sehr bedeutenden Höhe aufstaut, gewaltsam die dasselbe einschliessende Gebirgsmasse selbst durchbricht.

Mit aller Vorsicht aber darf das Verspünden nur angewendet werden, denn man versperrt sich dadurch ein weiteres Vordringen mit den Bauen nach dieser Seite ganz, oder im günstigsten Falle wenigstens zum grössten Theile, bei mehren bebauten Lagerstätten mindestens auf derjenigen, auf welcher das Verspünden eingebauet ist, und hier zwar oft nicht nur auf dieser Sohle, sondern auch auf allen darunter und darüber gelegenen, bis zu derjenigen, auf welcher das aufgespannte Wasser von selbst abfliessen kann, da auf ihnen allen die abgeschlossenen Wasser jedem neu eröffneten Baue zudringen würden.

Den Grundcharacter jedes Verspündens bietet ein Keil oder Pfropf dar, den der Bergmann in eine Spalte schlägt, aus der ein, ihn etwa bei seiner Arbeit oder sonst belästigender Wasserstrahl herausdringt. Was dieser Pfropf im Kleinen, ist das Verspünden im Grossen; ein Verschluss der Oeffnung, durch die das Wasser heraustritt.

Darum ist auch die weiter oben beschriebene wasserdichte Verzimmerung der Schächte, oder Cuvelage, ihrem Wesen nach nicht als Verspünden zu betrachten, obschon sie denselben Zweck erfüllt, denn sie verkleidet die Umfläche des Baues, — Schachtes, — in einer meist offenen Gebirgsmasse, während jenes die Austrittsöffnung selbst verschliesst. Am Meisten findet vielmehr das Verspünden Anwendung auf Strecken und streckenartigen Bauen, deren ganzen Querschnitt sie versperren, indem es selten oder nie möglich seyn würde, die unmittelbare Ausgangsmündung im Gesteine selbst völlig und vollkommen fest und dauerhaft zu verschliessen. Viel seltner kommen sie in Schächten in gleicher Weise vor, denn auch abgesehen davon, dass überhaupt ein übergrosses Ausströmen von Wasser seltner unmittelbar in ihnen stattfindet, so würde auch dadurch jedem Vordringen in grössere Teufe ein Ziel gesetzt, welche Behinderung, sofern überhaupt Veranlassung da ist, tiefer zu gehen, weit umfassendern Nachtheil, als auf Strecken, ja die völlige Lähmung des Betriebes zur Folge haben kann.

Am Ersten, wahrscheinlich ziemlich ausschliessend, möchte diese letztere Anwendung bei dem besonders von früher her nicht immer sehr regelmässig betriebenen Steinkohlenbergbaue in Belgien und in dem angrenzenden Theile von Frankreich stattfinden, und zwar nach Oben, gegen Wasser, denen man sich in alten, ausgehauenen Räumen und verlassenen Bauen anzuhäufen gestatten kann, oder, wegen grosser Menge, muss, während man unter denselben noch Baue betreibt. In diesem Falle hat man die erstern sich mit letztern in offene Verbindung setzenden Schächte ebenfalls durch Verspünden geschlossen.

Endlich muss noch erwähnt werden, dass die obenbezeichneten Grundbedingungen — namentlich die Dichtheit und Festigkeit der umgebenden Gesteinsmassen — von dem Verspünden die meiste und wichtigste Anwendung immer bei Bergbau auf Gängen

und gangartigen Lagerstätten werden finden lassen, wie dies auch schon bisher der Fall gewesen ist.

Dämme von aufrechtstehenden Balken auf der Steinkohlengrube Chartreuse bei Lüttich [Taf. 19, Fig. 1—4] *). — Diese Dämme hat Hr. Gonot, *Ing. des mines* zu Lüttich, in den *Ann. d. min. B. IX.* S. 137 in einem Aufsatze: über die Construction der Dämme auf der Steinkohlengrube Chartreuse bei Lüttich beschrieben. Der Verfasser führt im Wesentlichen Folgendes darüber an:

Dämme von aufrechtstehenden Balken haben vor denen aus liegenden Balken zusammengesetzten folgende Vortheile: 1) Dieselben können in streichenden Strecken auf den Kohlenflötzen und selbst in Abbaustrecken angewendet werden, weil die Stärke des anzuwendenden Holzes von der Breite des Dammes unabhängig ist und nur die Zahl der Hölzer, der Breite entsprechend, vermehrt werden muss; 2) die Zuführung *(entaille)* in der Firste und Sohle des Raumes, in dem der Damm gelegt wird, ist schräg zulaufend, wodurch die Verdichtung erleichtert, das Ausbrechen der Gesteinsbrust, worauf der Druck lastet, verhindert wird; 3) die Verkeilung wird von der Vorderseite gemacht (trockene Seite des Dammes) und kann daher nachträglich verstärkt werden, was nicht möglich ist, wenn sie von der hinteren (Wasser-) Seite ausgeführt und bei einer Biegung der Holzstücke unwirksam wird; 4) es braucht keine Oeffnung (Einsteigeloch) in dem Damme offen erhalten zu werden, weil der letzte Balken (Schlussbalken) von Vorn, ohne Schwächung der Hölzer, eingebracht werden kann.

Diese Dämme werden in Querschlägen und streichenden Strecken auf dieselbe Weise geschlagen, und wenn in den Kohlenflötzen Schramlager *(havage)* vorkommen, welche milde sind und daher den Wassern bei einigem Drucke den Durchgang gestatten, so müssen hierbei besondere Vorsichtsmaassregeln angewendet werden, damit die Wasser nicht neben dem Damme durch diese Schramlagen hindurchdringen können. Von der Strecke aus werden rechtwinklich gegen die Stösse Löcher, da wo der Damm geschlagen werden soll, von $4\frac{1}{2}$ bis 5 Fuss Tiefe in diesen Lagen gebohrt, deren Durchmesser etwas grösser, als ihre Mächtigkeit ist, und diese werden mit Pflöcken von Weidenholz ausgefüllt, welche mit einem Treibfäustel eingetrieben werden. Rückwärts von diesem Puncte werden auf eine Länge von 3 M. ($9\frac{1}{2}$ F.) Keile mit Moos in diese Lagen hineingetrieben, damit auch hier das Wasser nicht unmittelbar mit ihnen in Berührung treten und sie erweichen könne.

Der Damm, dessen Ausführung speciell angegeben werden soll (Fig. 1—4), befindet sich in einem Querschlage von 2 M. ($6\frac{1}{3}$ F.) Höhe und 2,6 M. ($8\frac{1}{3}$ F.) Breite und liegt 60 M. (190 F.) unter Tage und hat eine Fläche von 5,67 Q. M. (nahe 57 Quadratf.), so dass, wenn Wasser hinter demselben bis zu Tage angespannt werden, ein Druck von 340,200 Kil. (724,600 Pr. Pf.) auf denselben ausgeübt würde.

Um den Raum, wo der Damm geschlagen werden sollte, während der Arbeit ganz zu erhalten, wurde rückwärts von diesem Puncte, in 1,2 M. Entfernung, zwischen Bretern ein Lettendamm von 1 M. Höhe geschlagen, und die auf dem Querschlage liegenden Wasser in einem Gefluder von etwa 3 M. Länge bis zu einem zweiten, nicht

*) Die hier mitgetheilten Beispiele des Dammverspündens sind aus dem schon oben, bei der wasserdichten Schachtzimmerung, benutzten Abhandlung des Hrn. Berghauptmanns v. Dechen über wasserdichten Schachtausbau und über Verdämmungen, in seinem und Karsten's Archiv, Bd. 14, S. 39 etc., entlehnt. H.

ganz so hohen, Damme geführt (Fig. 3 und 4). Zwischen beiden Dämmen wurden die Wasser ausgepfützt.

Die Seitenstösse wurden ganz eben, senkrecht und einander parallel zugeführt. Die Zuführung in der Sohle erhielt ein Fallen von 34 Höhe und 100 Länge oder von 19° nach der Wasserseite und in der Firste ein gleiches Ansteigen nach derselben Seite hin, so dass der Raum für den Damm an der Wasserseite höher war, als an der trocknen Seite. Diese Flächen wurden aber nicht glatt bearbeitet, um durch ihre Rauheit die Verbindung mit dem Damme um so fester zu machen.

Der Damm besteht aus 6 Balken von gesundem Eichenholz, 0,53 M. (20,4 Z.) Stärke und etwa 0,44 M. (16,8 Z.) Breite, welche mit der Verkeilung gerade die Breite des Querschlages einnehmen. Fig. 16 und 18. Dieselben werden kurz vor dem Gebrauche genau passend nach der Länge abgeschnitten und auf 3 Seiten bearbeitet, während sie auf der Wasserseite baumkantig bleiben. Auf der in der Sohle zugeführten Fläche wurde eine Lage von Moos ausgebreitet, darüber Breter von Weidenholz, 25 M. (beinahe 1 Z.) stark und etwas länger, als die Stärke des Dammes, so dass deren Längenfasern in der Richtung des Querschlages liegen. Auf diese Breter wurden die Balken gesetzt, erst 2 in einem Stosse, dann 3 im andern, durch 4 Mann mit Hebebäumen und Brechstangen leicht in ihre richtige Stelle gebracht, und durch Streben in der Sohle und Firste, welche auf der Wasserseite in den Zuführungsraum geschlagen und an ihnen angenagelt werden, befestigt, so dass sie während der Verkeilung nicht aus ihrer Lage kommen können.

Die beiden Balken in den Seitenstössen schliessen auf der Wasserseite dicht gegen das Gestein, auf der vorderen Seite dagegen bleibt eine kleine Fuge von 20 bis 25 Millim. ($\frac{3}{4}$ bis 1 Z.) offen, um die Verkeilung anbringen zu können.

In einem der mittlen Balken, 0,75 M. (28$\frac{1}{2}$ Z.) über der Sohle, ist ein Loch zur Ableitung der Wasser durchgebohrt; von der hintern Seite stösst das Gefluder an dasselbe, und vorn ist es mit einem ledernen Schlauche versehen, welcher die Wasser über den vorderen Damm ausgiesst.

Das Setzen des letzten Balkens erfordert eine besondere Vorrichtung. Durch denselben geht ein eiserner Bolzen, 40 Millim. (1$\frac{1}{2}$ Z.) stark, hindurch, vorn mit einer Oese zum Einhängen einer Kette versehen, und hinten mit einer Schraubenmutter befestigt, die von einer Klammer gehalten wird, so dass der Bolzen von Vorn ausgeschraubt werden kann, und die Mutter alsdann herunterfällt. Vor dem Damme wird eine starke Spreitze geschlagen, durch welche ein ähnlicher Bolzen hindurchgeht; beide Bolzen werden durch eine Kette miteinander verbunden und durch die Schraube des letzteren der Balken in den Damm hineingezogen. Derselbe wird zu diesem Ende in eine geneigte Lage, auf einer Querspreitze ruhend, in den für ihm offenen Raum gelegt; so dass ein Arbeiter nach Oben hinter den Damm gelangen und sich überzeugen kann, dass er seine gehörige Lage erhalten hat; alsdann wird so weit angezogen, dass seine vordere Fläche mit den übrigen Balken gleich zu liegen kommt.

Erfahrungsmässig scheint es nothwendig zu seyn, der hinter dem Damme eingesperrten Luft einen Abzug zu verschaffen, um denselben dicht zu erhalten; es wird daher dicht unter der Firste einer der Balken durchbohrt, mit einer Oeffnung *C*, Fig. 1 und 3, von 10 Millim. (etwa 4 bis 5 Linien) Durchmesser, durch welche die Luft entweichen kann, wenn die Wasser hinter dem Damme aufgehen. Die Balken des Dammes befinden sich nun in der Lage, welche sie behalten sollen und werden in derselben

durch die Spreitzen und durch die eisernen Zugbolzen erhalten; und es beginnt nun die Verdichtung des Dammes damit, dass in alle Fugen mit Meisseln, Fig. 5, von verschiedener Länge und Stärke Moos eingetrieben wird; zuerst in die Fugen zwischen den Gesteinsstössen und den zunächst daran anliegenden Balken, dann in die Fugen zwischen den einzelnen Balken, dann auf der Sohle zwischen den Bretern und den Balken und endlich in der Firste zwischen den Balken und dem Gesteine. Alsdann folgt die Verkeilung der Fugen mit flachen Keilen von Weidenholz, von 0,3 M. (11½ Z.) Länge, 0,11 M. (4 Z.) Breite und 0,02 bis 0,03 M. (¾—1⅛ Z.) Stärke, dann mit ähnlichen flachen, aber schmälern Keilen und endlich mit quadratischen, spitzigen Keilen (*picots*) von jungem, zähem Eichenholz. Die Verkeilung wird in der Mitte der beiden Seitenstösse begonnen und schreitet von da aus nach Oben und Unten und übrigens in derselben Reihenfolge fort, wie die Verstopfung mit Moos ausgeführt worden ist. Die flachen Keile werden dicht aneinander angesetzt und in mehreren Reihen eingetrieben. Um die spitzen Keile einbringen zu können, müssen vorher Löcher in die dichte Holzmasse mit einem Eisen (*picoteur*) gemacht werden (Fig. 6), welche 1½—2⅓ Z. Tiefe erhalten, und in denen die eichenen Keile angesetzt werden können.

Man begnügte sich, bei diesem Damme nur eine Reihe dieser spitzen Keile einzutreiben, aber mit der äussersten Gewalt, während man sonst drei Reihen derselben in jeder Fuge anwenden zu müssen glaubte, und mehr Zeit darauf verwendete, ohne einen erheblichen Vortheil daraus zu ziehen.

Nun werden die Schraubenbolzen von den Schlussbalken abgenommen, das Loch in demselben wird mit einem Holzspunde verschlossen, während die obere Oeffnung zum Austritte der Luft so lange offen bleibt, bis das Wasser ganz voll aus derselben abzulaufen beginnt; dann wird sie ebenfalls verspündet.

Vor dem Damme wird endlich noch eine Verspreitzung angebracht, theils in der Absicht, das geringste Biegen der Balken zu verhindern, wodurch der Damm undicht wird, theils aber auch, um die Gesteinsbrust in der Sohle und Firste, welche einen sehr bedeutenden Theil des Druckes auszuhalten hat, gegen das Ausspringen einzelner Gesteinsstücke zu schützen.

Diese Verspreitzung besteht aus zwei Stempeln, welche in tiefen Bühnlöchern in der Sohle stehen und in der Firste einen starken Anfall haben, und aus zwei horizontal gelegten Schwellen, zwischen denen und jedem Balken des Dammes zwei Spreitzen getrieben werden. Die beiden Stempel sind dann durch schräge Spreitzen und die beiden Schwellen durch horizontale, von einem in der Mitte des Querschlages stehenden Stempel aus, verspreitzt.

Dergleichen Dämme sind auf der Grube Chartreuse bereits seit langer Zeit in Anwendung gewesen, und es befanden sich im Jahre 1832 zwei auf derselben, welche eine Wassersäule von 45 Lütticher Lachtern (von 252 F. preuss.) trugen. Dieselben waren von verschiedenen Dimensionen: der kleinere dieser Dämme ist 1,2 M. (46 Z.) breit, und auf der Wasserseite 1,85 M. (70 Z.) hoch; auf der vordern Seite 1,55 M. (60 Z.) hoch, und 0,5 M. (19 Z.) stark; derselbe ist nur aus 3 Balken von 0,37 M. bis 0,42 M. (14—16 Z.) Breite zusammengesetzt; der Druck, der auf der vorderen Fläche desselben ruht, beträgt etwa 318,000 pr. Pf.

Der grössere Damm ist 1,85 M. (70 Z.) breit, auf der Wasserseite 1,6 Meter (61 Z.) und auf der vordern Seite 1,3 M. (49½ Z.) hoch; derselbe ist aus 5 Balken zusammengesetzt, welche 11½ bis 15 Z. Breite besitzen; der Druck auf die vordere

Fläche desselben beträgt gegen 400,000 pr. Pfd. Diese Dämme hielten sehr gut, ohne irengd eine Verspreitzung, welches bei den viel kleineren Dimensionen, als denjenigen des vorher beschriebenen Dammes, nicht auffallend seyn kann. Bei dem kleineren Damme ist aber dennoch die aufrechtstehende Lage der Balken nicht die vortheilhafteste; bei der geringeren Breite dieses Dammes hätten die Balken söhlig gelegt werden müssen, wobei sie nur eine Länge von etwa 1,5 M. auf der Wasserseite erhalten haben würden, und also schwächer hätten seyn können, bei gleicher Widerstandsfähigkeit.

Damm von liegenden Balken auf der Bleigrube Huelgoët im franz. Finistère-Dep. *). Nachdem eine Stelle in der zu verdämmenden Strecke ausgewählt worden war, wo das Gestein fest und ohne Klüfte war, so dass man hoffen konnte, dass die Wasser nicht durch dasselbe neben dem Damme durchdringen würden, wurde diese Stelle zugeführt, so dass sie nach der vordern Seite ringsum mit Schlägel und Eisen einen rechtwinklichen Absatz bildete, und sich nach der Wasserseite hin allmälig in die Streckenstösse verlief. Um die Gesteinsflächen für den Damm möglichst zu ebenen, wurden sie zuletzt mit dem bei den Steinmetzen gewöhnlichen Eisen zugerichtet, grössere Vertiefungen wurden mit hydraulischem Mörtel ausgefüllt, demselben aber eine gewisse Rauhigkeit gelassen, damit er sich mit dem Holze besser verbinden sollte.

Die Balken, aus denen der Damm zusammengesetzt werden soll, werden aus gesundem, trockenem Eichenholze ausgewählt; die Stärke derselben soll so gross seyn, dass sie den fünffachen Druck, den sie auszuhalten bestimmt sind, ohne Biegung ertragen können. Dies wurde durch directe Versuche ermittelt. Die Höhe derselben soll so gross, als möglich, seyn, um weniger Fugen zu erhalten, und so, dass sie sich in dem engen Raume von zwei Mann regieren lassen. Die ganze Anlage des Dammes (Fig. 7, 8 und 9, Taf. 19) war darauf berechnet, dass die Verdichtung von der Wasserseite vorgenommen werden konnte, und zu diesem Behufe musste in einen der mittlern Balken ein Einsteigeloch von 0,44 M. (16¾ Z.) Länge und 0,25 M. (9½ Z.) Höhe eingeschnitten werden, welches soeben das Durchsteigen der Arbeiter verstattete, um auf die Wasserseite des Dammes gelangen zu können. Der zweite Balken von der Sohle war 0,4 bis 0,45 Meter (15 bis 17 Zoll) über diese 2 Oeffnungen zum Abflusse des Wassers und muss daher ebenfalls etwas höher, als die übrigen, seyn. Die Länge der Balken ist 1¾ Z. geringer, als die Weite des Zuführungsraumes, sie werden über Tage sorgfältig bearbeitet, die Längenkanten auf der Wasserseite abgebrochen, um eine Erweiterung der Fuge zu erhalten, damit sich die Verdichtung besser einbringen lasse (wie bei den Aufsatzgevieren der weiter oben beschriebenen wasserdichten Schachtzimmerung auf der Grube Horlot). So werden sie über Tage numerirt, damit sie gehörig passend in der Grube gelegt werden können.

Die Wasser müssen von dem Puncte, wo der Damm gelegt werden soll, abgedämmt und in einem Gefluder hinübergeführt werden; für einen genügenden Wetterwechsel an diesem Puncte muss gesorgt werden, um auch auf der Wasserseite des Dammes arbeiten zu können.

Bevor zur Legung des Dammes geschritten wurde, trocknete man die Stösse des Zuführungsraumes mit Schwämmen und gebranntem Kalk gänzlich ab, legte gegen die Stösse und auf die Sohle tannene Breter von 25 Millim. (1 Z.) Stärke, welche auf

*) Nach Hrn. Nailly's Beschreibung in den *Ann. d. Min. 3me Sér.* Bd. 8, S. 367 etc.

der mit dem Gestein in Berührung kommenden Seite mit grober Leinwand bespannt und mit einem Kitt bestrichen sind. Dieser besteht aus eingekochtem Leinöl, dem Bleiglätte, gebrannter, an der Luft zerfallener und gesiebter Kalk und zerhacktes Werg zugesetzt ist, und der sich sehr gut mit dem Gestein verbindet. Hierauf wurden die Balken gelegt, welche erst kurz vor dem Gebrauche in die Grube eingehängt werden, damit sie nicht feucht werden; zwischen den einzelnen Balken wurde ebenfalls Leinwand gelegt, die mit demselben Mastix auf beiden Seiten bestrichen war. Die Verkeilung in den Seitenstössen und den Köpfen der Balken wurde gemacht, sobald als zwei Balken gelegt waren; sie wurden durch Streben, die gegen die Firste geschlagen sind, festgehalten, damit sie sich während der Verkeilung nicht heben können. Die zuerst angewendeten Keile sind von Tannenholz, 9 Millim. stark, 35 Millim. breit und die Länge derselben etwas grösser als die Holzstärke; man hatte 1000 Stück derselben angefertigt, von denen 800 angewendet und 200 im Laufe der Arbeit zerbrochen wurden. Zuerst werden in dem Zwischenraume zwei solcher Keile verkehrt mit den Schärfen nach dem Wasserraume eingelegt, ein dritter wird dazwischen eingeschoben, und dann zu ihren beiden Seiten ebenfalls noch zwei bis zur Hälfte ihrer Länge eingesteckt und dann mit einem eigenen Instrumente *(chassé)*, Fig. 10, Taf. 19, welches als Aufsetzer dient und das Abbrechen der Keile hindert, eingetrieben. Mit demselben werden alsdann noch Keile zwischen dem 3. und 4., sowie zwischen dem 4. und 5. eingetrieben, Fig. 11, und wenn es noch möglich ist, noch mehrere Tannenkeile derselben Form. Dann geht man zu eichenen Keilen über, welche dieselbe Form haben, und welche in die Fugen der ersteren schräg eingeschlagen werden; von diesen hat man etwa 400 gebraucht. Lassen sich auch diese gar nicht mehr eintreiben, so wendet man nun noch eichene Keile an, deren Kanten stark abgebrochen sind, so dass sie einen elliptischen Querschnitt erhalten, und für welche Löcher zum Ansetzen mit einem spitzigen eisernen Instrumente gemacht werden.

Zwischen dem obersten Balken und der Firste bleibt ein Raum von 20 Millim. ($\frac{3}{4}$ Z.), in dem nun die Verkeilung auf ganz ähnliche Weise, wie so eben beschrieben worden ist, ausgeführt wurde; durch sie werden alle Fugen der Balken untereinander zusammengezogen und sie muss daher sehr sorgfältig ausgeführt werden.

Diese Ausführung findet in der unbequemen Stellung der Arbeiter manche Schwierigkeiten, und erfordert, dass der Zuführungsraum in der Firste sehr erweitert wird, um ankommen zu können. Herr Nailly hält dafür, dass es viel leichter seyn werde, diese Verkeilung in der Mitte des Dammes zwischen zwei Balken anzubringen, woraus folgende Vortheile gegen die, von ihm hier angewendete Verkeilung in der Firste sich ergeben würden: 1) es würde weniger Gestein in der Firste zuzuführen seyn; 2) es würde ein gleichförmiger Druck auf alle Fugen zwischen den Balken ausgeübt werden; 3) die Verkeilung würde bei Weitem leichter und besser auszuführen seyn.

Nachdem der Damm auf diese Weise wesentlich beendet war, wurden die Balken mit Werg von der Wasserseite kalfatert und dann mit Leinwand, die mit dem oben angegebenen Kitt bestrichen war, benagelt. Der freigebliebene Zuführungsraum hinter dem Damme wurde nun mit Beton (mit kleinen Steinen durchgemengtem hydraulischen Mörtel) gänzlich bis auf die gewöhnlichen Strecken-Dimensionen ausgefüllt.

Der Versuch, die Einsteigeöffnung mit einem Spunde, aus drei Stücken Tannenholz zusammengesetzt, zu verschliessen, misslang, indem derselbe durchgepresst wurde. Man sah sich nun veranlasst, diese Oeffnung durch eine Klappe aus einem Stück Bu-

chenholz zu verschliessen, welches 0,64 M. ($24\frac{1}{2}$ Z.) lang, 0,42 M. (16 Z.) breit, 0,12 M. ($4\frac{1}{2}$ Z.) stark war und genügte, um einem Druck von 27000 Kil. zu widerstehen (Fig. 12).

Auf der innern Seite ward die Klappe mit einem doppelten Rande von Leder versehen, welcher sich gegen den, am Umfange der Oeffnung angebrachten anschloss; sie wurde über der Oeffnung aufgehängt und mit Eisenstangen versehen, um sie anfänglich, bevor noch ein bedeutender Wasserdruck auf sie lastete, zu schliessen. Späterhin, wenn die Wasser hinter dem Damme aufgegangen sind, reicht der Wasserdruck allein vollkommen aus, um die Klappe fest an den Damm zu drücken. Die Anbringung einer solchen Klappe erscheint sehr empfehlenswerth; sie ist leichter als wie die eines Spundes und die Erfahrung hat hier bewiesen, dass sie vollkommen ihren Zweck erreicht. Nur wenn sich die Balken im Geringsten biegen sollten, so würde der Verschluss durch eine solche Klappe aufhören dicht zu seyn. Um daher eine solche Biegung zu verhindern, wurde der Damm auf der vordern Seite noch verspreitzt, wie Figur 8 und 9 zeigen.

Auch bei diesem Damme hat die Erfahrung gelehrt, dass es nothwendig ist, dicht unter der Firste eine Oeffnung in demselben anzubringen, durch welche die Luft aus dem abgesperrten Raume entweichen und sich dieser gänzlich mit Wasser anfüllen kann.

Herr Nailly führt noch an, dass auf der Grube Huelgoët auch ein Klotz- (Keil-) damm geschlagen worden sey, der aber kostbarer wird, dagegen nicht so haltbares Gestein, wie der beschriebene Balkendamm, erfordert.

Auch auf den Steinkohlengruben bei Lüttich hat man Balkendämme mit horizontal gelegten Balken ausgeführt, deren Einrichtung aber im Allgemeinen mit denjenigen mehr übereinstimmt, welche der Damm von aufrechtstehenden Balken auf der Grube Chartreuse besitzt, als mit dem soeben von Huelgoët beschriebenen. Der starke Druck, welchen dieser Damm auf die Gesteinsbrust ausübt und namentlich die vorspringende Ecke der Brust würde auch in den milderen Gebirgslagen der Kohlenformation sehr bald eine Zerstörung derselben herbeiführen, und es würde gewiss ungemein schwer halten, einen solchen Damm unter diesen Verhältnissen zu verdichten. Schräge, und zwar nur ganz schwach anlaufende Zuführungsbühnen sind dagegen offenbar viel sicherer, und die Verkeilung des Dammes wirkt eher darauf ein, das umgebende Gestein dicht und fest zu erhalten, als Stücke davon loszutrennen. Ein solcher, aus horizontal liegenden Balken zusammengesetzter Damm, befand sich im Jahre 1823 auf der Grube Nouvelle Haye auf dem Flötze Pestay in 74 Lachter Lutt. Teufe und spannte die Wasser bis zum Flötze Rosier auf beinahe 15 Lachter an. Derselbe hat $4\frac{1}{2}$ Fuss Weite, 5 F. Höhe und besteht nur aus 3 Balken von 24 Z. Dicke und 20 Z. Höhe. Der obere und untere Balken sind an der Wasserseite um 1 Zoll höher, als auf der trocknen Seite. Zwischen dem Gesteine und dem Balken liegt eine Lage von Moos und die Verkeilung ist ebenfalls ringsum angebracht, während zwischen den Balken Tannenbreter von $\frac{1}{2}$ Z. Stärke gelegt sind, die durch die Verkeilung in Sohle und Firste zusammengepresst werden und dadurch die Fugen um so dichter verschliessen. Dieser Damm war von der vorderen Seite verkeilt worden und hielt ohne Verspreizung recht dicht, wobei freilich der Druck auch nicht sehr bedeutend war.

Dagegen befinden sich auf der Centrumgrube bei Eschweiler mehre Dämme von hängenden Balken für Wassersäulen von 60—70 F., welche mit dem Damme auf der

Grube Huelgoët viele Aehnlichkeit haben. Der Zuführungsraum greift rechtwinklich in Sohle, Firste und in die Seitenstösse der $5\frac{1}{2}$ F. hohen und $4\frac{1}{2}$ F. weiten Querschläge ein, so dass sich die Enden der Balken gegen die Brust in den Seitenstössen legen. Die Verkeilung wird von der Wasserseite ausgeführt, zu der man einen freien Zugang durch Abteufen auf den Kohlenflötzen behielt. Das Gestein wird in dem Zuführungsraume stark mit Theer bestrichen, eine dünne Lage von Moos darüber ausgebreitet, und in den Stössen und in der Firste eine 10 Z. breite, 3 Z. starke, auf der Wasserseite um $\frac{1}{2}$ Z. verschwächte eichene Bohle angelegt, in der Sohle aber der erste Balken unmittelbar auf das Moos aufgelegt. Die Balken von Eichenholz sind 10 Z. stark und 5—10 Z. hoch, auf den Lagerflächen gut behobelt und betheert. Nur einer der Balken ist höher, um eine eiserne 9zöllige Röhre zum Ablassen des, hinter dem Damme gebildeten Reservoirs einzusetzen, die Verkeilung wird zuerst zwischen der in der Firste befindlichen Bohle und dem obersten Balken auf die gewöhnliche Weise vorgenommen, wodurch die sämmtlichen Balkenfugen dicht zusammengepresst werden. Dann erst geht man zu der Verkeilung zwischen den Balkenköpfen und der in den Stössen aufgestellten Bohlen über. Diese Reihenfolge der Verkeilung wird für nothwendig erachtet, um dem Damme Dichtigkeit zu gewähren, weil, wenn die einzelnen Balken zuerst an ihren Köpfen verkeilt sind, sich dieselben nicht mehr so leicht durch die horizontale Verkeilung zusammentreiben lassen, und die Fugen zwischen denselben nicht dicht werden. Auf diesen Umstand ist namentlich auch bei dem Damme auf der Grube Huelgoët keine Rücksicht genommen worden, indem hier zuerst die Balken einzeln an den Köpfen verkeilt wurden, und die Verspreizung derselben offenbar nicht ebenso wirksam seyn kann, ihre Fugen zu verschliessen, als eine horizontale Verkeilung.

Schleusenartiger Balkendamm auf dem Flötze Diamant, Schacht Prairie der Steinkohlengrube Chartreuse bei Lüttich. Dieser, in Fig. 18 und 19, Taf. 17 *B*, dargestellte Damm unterscheidet sich ganz wesentlich dadurch von den vorher beschriebenen Balkendämmen, dass jede Lage nicht aus einem, sondern aus zwei Balken besteht, welche sich ebenso in der Mitte gegeneinander legen, wie die Flügel eines Schleusenthores, indem sie einen Winkel gegen die Wasserseite hin bilden. Derselbe befindet sich auf dem mit 45 bis 50 Grad einfallenden Flötze in einer 13 F. weiten Abbaustrecke. Durch Balken, welche in die Fallungslinie des Flötzes gelegt werden, ist ein so weiter Raum nicht zu verdämmen, und wenn daher das Hangende und Liegende nicht hinreichende Festigkeit besitzen, um die Köpfe der Balken in einem schräg gehauenen Einbruch dagegen legen und verkeilen zu können, das Flötz selbst dagegen fester und dicht ist, so wendet man diese Art der Dämme an. Die Kohlenstösse werden winkelrecht gegen das Fallen, einander parallel, eben zugeführt, das Hangende und Liegende so weit fortgeschlagen, bis es hinreichend dicht ist, und ebenfalls miteinander parallele Flächen bildet. Der Zuführungsraum erhielt hierbei eine Höhe von etwa $5\frac{1}{2}$ F., winkelrecht gegen die Fallungsebene gemessen, so dass der Damm etwa eine Fläche von 73 Quadratf. zu decken hatte. Derselbe besteht aus 8 Balken von Buchenholz, $22\frac{1}{2}$ Zoll stark und etwa 17 Z. hoch, welche in 4 Lagen übereinander liegen, und in der Mitte $11\frac{3}{4}$ Z. weit nach der Wasserseite hin vorspringen. In der Mitte bleibt auf der Wasserseite eine $2\frac{1}{4}$ Z. weite Fuge, und an den Stössen auf der trockenen Seite eine eben so weite Fuge. Auf dem Liegenden und an dem Hangenden werden keilförmige Tannenbreter, mit dem starken Ende nach der trockenen Seite, gelegt, und Moos zwischen denselben und dem Gesteine. Ebenso wird Moos

und Keile von weichem Holze zwischen den Köpfen der Balken und den Kohlenstössen, und Mooslagen zwischen den einzelnen Balken gelegt, die nur mit dem Beile glatt bearbeitet, aber nicht gehobelt sind, weil man durch diese kleinen Rauhheiten und das dazwischen gepresste Moos eine grössere Dichtigkeit zu erreichen glaubt. Die beiden obersten Balken werden auf der innern Seite mit eichenen Handhaben (Klammern) *a, a* versehen, und nachdem sie eingesteckt sind, mit Hebezeugen angezogen, so weit als es irgend möglich ist.

Die Verkeilung wird in der Sohle und Firste zwischen den Balken und den Tannenbretern, in den Seitenstössen zwischen den eingelegten Keilen und den Balkenköpfen, auf die gewöhnliche Weise angebracht. Die Form des Zuführungsraumes trägt bei diesem Damme nichts zu dessen Widerstandsfähigkeit bei, und dieselbe wird durch die Einrichtung der gegeneinander gesperrten Balken und durch die Spannung der Verkeilung bewirkt. Die Wassersäule, welche hinter diesem Damme angespannt, besitzt nach der Angabe des Grubendirectors Beuleaux eine Höhe von 168 F. und daher beträgt der Druck gegen den Damm 819,000 Pfund.

Dämme auf der Steinsalzgrube bei Dieuze. Diese Dämme (Fig. 13—16, Taf. 19) sind ebenfalls von Hrn. Levallois in den *Ann. d. min.*, in dem bereits oben erwähnten Aufsatze (*3. Sér., Tome IV, p. 321*) beschrieben worden; dieselben werden nach zwei verschiedenen Methoden ausgeführt, von denen die eine zwar in vieler Beziehung mit der von Huelgoët übereinstimmt, aber doch rücksichtlich der Anbringung der Verkeilung ganz davon abweicht; die andere dagegen in den wesentlichsten Theilen verschieden ist.

Was die erste Methode betrifft, so wird in den Seitenstössen und in der Sohle der Strecke ein Schlitz rechtwinklig gegen die Stösse eingehauen, welcher die Stärke der Balken des Dammes um 0,12 M. ($4\frac{1}{2}$ Z.) in der Breite übertrifft, und 0,15 Meter ($5\frac{3}{4}$ Z.) tief ist. Fig 31 und 32. Dieser Schlitz ist an einer Stelle erweitert, um den Schlussbalken einbringen zu können. Die Balken, welche nicht ganz so lang sind, als der Schlitz breit, um sie leichter einlegen zu können, erhalten eine horizontale Lage und wird der unterste Balken in hydraulischen Mörtel gelegt und dadurch um so dichter mit der Sohle verbunden. Die Verkeilung in der Firste wird auf die gewöhnliche Weise eingerichtet, dagegen werden in den Seitenstössen die Keile zwischen den Balken und den Stössen des Schlitzes in den $2\frac{1}{4}$ Z. weiten Räumen eingebracht, so dass also die Keile senkrecht gegen die Streckenstösse eingetrieben werden. Diese Verkeilung mag zwar ziemlich leicht auszuführen seyn, sie setzt jedoch ein festes Gestein voraus, weil sonst die Brust zwischen dem Schlitze und dem Streckenstosse leiden würde.

Die zweite Methode besteht darin, dass in dem Zuführungsraume, welcher genau so wie auf der Grube Huelgoët gehauen wird, ein Keilgeviere (aus der Sohle, einem Paar Thürstöken und der Kappe bestehend) aufgestellt, und dasselbe bei einem Zwischenraume von $2\frac{1}{4}$ Z. ringsum gegen das Gestein so verkeilt wird, wie die Keilgeviere bei der wasserdichten Schachtzimmerung. Fig. 15 und 16. Eine festere und das Gestein weniger angreifende Verbindung dürfte auch kaum herzustellen seyn. Auf der Wasserseite dieses Gevieres ist ringsum ein Einschnitt *e*, Fig. 16, gemacht, in welchen Balken oder starke Bohlen horizontal eingelegt werden und so den ganzen Raum des Ortes verschliessen. Diese Ausführung ist sehr leicht, sobald auf der Wasserseite des Dammes ein Zugang von oben nieder vorhanden ist, und also auch der Verschluss

von dieser Seite gemacht werden kann. Ist dies nicht der Fall, so dürfte es nur sehr schwer gelingen, diese Füllung wasserdicht herzustellen. Dagegen scheint es keinen Schwierigkeiten unterworfen zu seyn, in dem Keilgeviere, oder in mehren dicht hintereinander aufgestellten und zusammenschliessenden, einen Balkendamm auf die schon mehrfach beschriebene Methode herzustellen und dabei ganz gewiss eine bessere und sicherere Verbindung mit den Stössen zu erreichen, als es möglich ist, sobald als die Köpfe der Balken unmittelbar gegen das Gestein zu liegen kommen, und in dem Zwischenraume zwischen denselben die Verkeilung vorgenommen werden muss. Es ist daher auch wohl ganz zweckmässig, dass die Dämme in dem tiefen Querschlage auf der Schafbreite ähnliche Geviere erhalten haben. Die Verdichtung dieser Geviere ist aber nicht, wie hier, auf den Umfang, sondern zwischen der vorderen und Rückseiten und der Gesteinsbrust, und daher nach demselben Princip bewirkt worden, wie bei den liegenden Balken zu Dieuze, so dass schon dieser Theil des Dammes in schafbreiter Querschlage aus den beiden zu Dieuze angewendeten Methoden zusammengesetzt ist. Die Ausfüllung dieses Gevieres aber ist nach der sogleich zu beschreibenden Methode der Dammanfertigung eingerichtet, und dadurch bei der grössten Sicherheit gegen das Eindrücken der Dämme die zweckmässigste Verbindung mit dem Gesteine erlangt.

Keildämme auf dem Flötze Stein-Knipp der Steinkohhlengrube Spanbruch in Worm Revier (Fig. 17—19, Taf. 19). Von allen bisher beschriebenen Dämmen unterscheiden sich diejenigen ganz wesentlich, welche unter dem Namen der Keil-, Klotz- oder Klötzeldämme vielfach ausgeführt worden sind. Man kann bei denselben noch zwei verschiedene Methoden der Verdichtung unterscheiden, indem diese entweder von der Wasserseite (Rückseite, Rücken) oder von der trocknen Seite geschieht. Im erstern Falle ist ein Einsteigeloch bei denselben anzubringen; im letzteren wird dieses erspart. Nach dieser letzteren Methode wurden die beiden Dämme auf der Grube Spanbruch, einer in einem Querschlage und der andere in einem Schachte, geschlagen, von denen die, von dem Hrn. Obergeschwornen Wadsak, im Jahre 1822, gelieferte Beschreibung hier mitgetheilt wird.

Die Flötze der Grube Spanbruch werden von zwei diagonalen nahe liegenden, untereinander parallel laufenden Verwerfungen durchsetzt, und von Ost gegen West zusammen um etwa 9 Lachter in's Liegende verworfen. Zwischen den Sprüngen sind die Flötze unregelmässig und für den Grubenbau nur zu beiden Seiten von Werth.

Auf dem Flötze Steinknipp wurde der Betrieb anfänglich nur auf dem höher liegenden östlichen Flötztheile geführt, durch einen vom Förderschachte gegen Nord getriebenen Querschlag. Man beabsichtigte nun auch die Lösung des tiefer liegenden westlichen Flötztheiles durch einen blinden Schacht und einen zwischen beiden Sprüngen angesetzten Querschlag, in einer 13 Lachter seiger tieferen Sohle. Mit diesem Querschlage wurde, in 10 Lachter Entfernung vom Schachte aus, einer sehr wasserreichen Kluft angefahren, aus welcher sich nach und nach die Wasserzugänge sehr vermehrten, obgleich der Betrieb sogleich eingestellt worden war, inzwischen durch eine Wetterstrecke dem Baue in dem östlichen Feldestheile zugingen und hier mit 4 sechszölligen Handpumpen gehoben werden mussten, welche täglich 24 Mann erforderten.

Um den Bau auf dem oberen Flötze Gross-Mühlenbach von diesen Wasserzugängen zu befreien, musste ein Damm in dem blinden Schachte, und ein zweiter in dem, in der Sohle des Förderschachtes getriebenen Querschlage, errichtet werden.

In dem Querschlage wurde, etwa $2\frac{1}{2}$ Lachter von dem Schachte entfernt, der Raum für den Damm in ziemlich festem und geschlossenem Schieferthon zugeführt, so dass er auf eine Länge von 3 bis 4 F. sich gleichmässig erweiterte und 3 Z. Brust erhielt, auf der trockenen Seite 6 F. hoch und breit, und auf der Wasserseite $6\frac{1}{2}$ F. hoch und weit war. Fig. 17 und 18. Die einzelnen Keilstücke von 3 F. Länge von trocknem gesunden Eichenholze wurden in einzelnen horizontalen Lagen vorgerichtet, so dass die zu jeder Lage gehörigen einzelnen Keile eine gleiche Stärke besitzen, nicht aber alle Lagen darin gleich sind, um das Holz besser zu benutzen. Die meisten Lagen sind zwischen 6 bis 8 Z. stark, nur wenige zwischen 4 bis 5 Z. Die Keile werden nun auf allen Seiten abgehobelt und zwar so, dass ihre Seiten, auf die trockene Seite verlängert, in einem Puncte zusammen treffen würden, mit Ausnahme jedoch des Schlusskeils und der beiden demselben zunächstliegenden. Der Schlusskeil ist nämlich verkehrt, auf der Wasserseite $\frac{1}{2}$ Z. schmaler als auf der entgegengesetzten, und kann daher von der trockenen Seite aus mit Gewalt zwischen die vordern Keile getrieben werden, und erhält so die ganze Lage in Spannung. Durch den Wasserdruck kann er dennoch nicht herausgetrieben werden, da er, sowie die ganze Lage auf der Wasseite, etwas höher ist, als auf der trocknen Seite des Dammes. Bei der Bearbeitung der einzelnen Lagen wurden die Keile so zusammengepresst, dass, wenn der Schlusskeil *f* mit der Hälfte seiner Länge eingelegt war, die Lage genau den Zuführungsraum erfüllte und die übrige Länge des Schlusskeils musste alsdann mit grossen hölzernen Stampfern mit Gewalt eingetrieben werden, Fig. 18.

Gerade so wie die einzelnen Keile in jeder Lage mit einem Schlusse versehen sind, ebenso sind nun auch die übereinander liegenden Lagen mit einer Schlusslage versehen. Die Breite der einzelnen Keile ist verschieden, und dadurch erlangt man sehr leicht, dass die senkrechten Fugen *nicht* durch mehre Lagen hindurch gehen, sondern in jeder darüber liegenden Lage durch einen Keil gedeckt werden. Fig. 19. Wenn die einzelnen Lagen auf die beschriebene Weise bis zur Mitte des Dammes vorgerückt sind, so wird die Schlusslage mit einem Drittel ihrer Länge eingelegt, und darüber die anderen gewöhnlichen Keillagen weiter gebaut, bis sie die Firste erreichen. Dann erst wird die Schlusslage eingetrieben und dadurch allen Lagen bis zur Sohle und Firste eine grosse Spannung gegeben.

In dem Schachte wurde der Damm 16 Fuss unter der Hängebank gelegt; derselbe erhielt oben eine Länge von 7 F. bei 6 F. Weite und unten eine Länge von $7\frac{1}{2}$ F. bei $6\frac{1}{2}$ F. Weite; er wurde von gleicher Stärke, wie der im Querschlage von 3 F. langen Keilen und auf ganz gleiche Weise eingerichtet. Dieser Damm wurde zuerst eingebaut, unter demselben wurden 3 Tragestempel von 12 Z. Stärke in tiefe Bühnlöcher gelegt, Fig. 19, und mit $2\frac{1}{2}$ Zoll starken Bohlen bedeckt, um dem Damme während des Einbaues einen festen Fuss zu geben. Die zugeführten Gesteinsstösse wurden alsdann sorgfältig gereinigt und mit hydraulischem Mörtel bestrichen. Derselbe besteht aus Kalk, der an der Luft zerfallen ist, aus gelöschtem Kalk, Holzasche und Moos, und wird tüchtig durcheinander gearbeitet. Dann wird der Damm auf die bereits erwähnte Weise eingebracht und endlich über der Schlusslage ein 12zölliger eichner Tragestempel gelegt, der an beiden Stössen eingebühnt und mit Keilen so fest, als möglich, angetrieben wurde, so dass die Schlusslage auch ihrerseits nicht weichen kann.

Während dieser Arbeit wurden die Wasser anderweitig gesumpft, so dass sie durchaus nicht störend darauf einwirken konnten und auch keine Mittel angewendet zu werden brauchten, um sie durch den Damm hindurch zu heben.

Bei der nachfolgenden Errichtung des Dammes im Querschlage musste aber in einem der Keile der untersten Lage eine Oeffnung gebohrt werden, durch welche das Wasser bis zur Vollendung desselben einen Abfluss fand. Auch bei dieser fing man damit an, unmittelbar hinter dem Raume, wo der Damm gelegt werden sollte, 3 sechszöllige Stempel zu schlagen, die in tiefen Sohlen-Bühnlöchern ruheten, und vor diesen Bohlen zu setzen und anzunageln, welche beinahe die ganze Weite des Querschlages einnahmen. Dieser Versatz hat den Zweck, dass die Keile bei dem Eintreiben der Schlusskeile, sowie auch der ganzen Schlusslage, nicht aus ihrer Lage und durchgetrieben werden können. Nachdem der Damm gesetzt war, wurde vor der Schlusslage eine eichene Schwelle von 8 bis 9 Z. gelegt, und mit zwei Spreizen gegen die Stösse an den Damm angepresst, und alsdann die Oeffnung zum Abflusse der Wasser mit einem Spunde verschlossen.

Nachdem das Wasser einige Tage hinter den Dämmen gestiegen war, drang dasselbe mit grosser Gewalt zwischen den Fugen einzelner Keile hindurch, so dass man genöthigt war, diese mit Bühnenkeilen zu verstopfen, was auch soweit gelang, dass nur noch die ganz feinen Wassertropfen durch die Holzfasern selbst durchdrangen.

Da der Damm im Querschlage eine Wassersäule von 180 F. und der in dem Schachte von 191 F., also der erstere einen Druck von 427,000 Pfd., der letztere von 529,000 Pfd. zu tragen hat, so wurde, um die Grube gegen die Gefahr eines Durchbruches der Dämme sicher zu stellen, sowohl über dem Damme im Schachte, als vor dem Damme im Querschlage, in der Entfernung von einem Fuss, ein zweiter, ähnlicher geschlagen, und der Zwischenraum zwischen beiden mit Letten ganz dicht ausgestampft. Im Schachte blieb der Tragestempel liegen, und der vordere Damm erhielt nun eine Stärke von 2 F. Im Querschlage dagegen wurde die Schwelle mit dem Spreizen fortgenommen, und der vordere Damm erhielt ebenfalls 3 F. Stärke, sowie der zuerst hier gelegte. Wenn die Ausfüllung mit Letten auch zur Festigkeit dieser Dämme nichts beitragen konnte, so hatte sie doch den Vortheil, dass der Druck den Letten in die Fugen der vordern Dämme presste und diese dadurch ganz dicht wurden, und gar keine Wasser durchliessen.

Nach demselben Principe ist auch ein Keildamm in einem Querschlage auf der Steinkohlengrube Prick, in dem an das Worm Revier gränzenden Niederländischen Gebiete, geschlagen. Derselbe ist aus Keilen von Buchenholz von $3\frac{3}{4}$ F. Länge zusammengesetzt. Der Zuführungsraum ist auf der Wasserseite 4 Zoll höher und breiter als auf der trocknen Seite des Dammes. Die einzelnen Keillagen haben 6 bis 12 Z. Höhe, und in jeder Lage befinden sich zwei Schlusskeile die auf der trockenen Seite um $\frac{1}{2}$ stärker als auf der Wasserseite sind, so dass die übrigen Keile zusammen auf dem Rücken 5 Z. breiter als vorn sind. Die ganze Breite des Dammes beträgt am Rücken 6 F., so dass bei 9 Z. Breite der Keile, jeder der gewöhnlichen Keile auf dem Rükken $\frac{5}{6}$ Z. breiter ist als vorn.

Die Schlusslage ist um $\frac{1}{2}$ Zoll auf dem Rücken niedriger als vorn, so dass die übrigen 11 Keillagen auf dem Rücken $4\frac{1}{2}$ Z. höher als vorn sind, oder jede derselben bei durchschnittlich 8 Z. Höhe (überhaupt 8 F. Höhe des Dammes) $\frac{9}{22}$ Z. Die Seitenstösse des Zuführungsraumes sind vor dem Lager des Dammes mit einem Mörtel be-

strichen, der aus ungelöschtem Kalk, weichem Käse und fein gezupftem Moose besteht. Die Fugen der einzelnen Keile werden nach dem Legen, sowie sich durchdringende Wasserstrahlen zeigen, mit 6 Z. langen und starken, am Ende 1 Z. dicken Keilen verdichtet, die man nur nach und nach in einem Zeitraume von 3 Wochen eintreibt, wodurch der Damm alsdann ganz wasserdicht wird.

Keildämme oder Keilverspünden im Sächsischen Erzgebirge *). Ganz anders, als die jener Dammverspünden ist hingegen, wie schon bemerkt, die Construcktion der bei dem sächsischen Bergbaue zuerst durch den Hrn. Maschinendirector Brendel entworfenen und ausgeführten sogenannten Keilverspünden. Ihre Construction steht der der Dammverspünden weit voraus, indem sie gestattet, die Widerstandsfähigkeit ohne alle Verminderung der Wasserdichtheit in demselben Verhältnisse zu verstärken, in welchem die Druckhöhe des dahinter aufzustauenden Wassers wächst, ein Leistungsverhältniss, welches bei jenen Dammverspünden bei grösseren Druckhöhen keineswegs zu erlangen ist, daher während für letztere eine aufgenommene Druckhöhe von 50 Lachter schon sehr bedeutend ist, die Keilverspünden jetzt schon über 118 Lachter aufgenommen haben, obschon man, bis jetzt, einiger noch rückständiger Versuche halber, bei der Stärkebestimmung insofern noch einigermaassen empirisch zu Werke gehen musste, als für die Dimensionsverhältnisse aller bisherigen Verspünden das Anhalten von einem keinesweges vollkommen und genügend duhchzuführen möglichen Versuche entnommen werden mussten, welchen der Hr. Maschinendirector Brendel für den Einbau des ersten Verspündens dieser Art, auf Gelobt Land Fdgr. bei Freiberg anstellte.

Zwischen den eigentlichen Damm- und den Keilverspünden stand noch eine andere, jedoch weit mehr den ersteren zugehörige Art, inne, bei welcher die den Damm bildende, geradstirnige Wand aus übereinander gelegten prismatischen Holzstücken, von 2 bis 6 Fuss Länge, gebildet und nachmals durch eingetriebene Holzkeile verdichtet wurde. Die ersten Verspünden dieser Art scheinen in dem Bergamtsreviere Schneeberg angewendet worden zu seyn, wo man in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts die auf einem alten Stollnflügel herbeikommenden Wasser mittelst zweier solcher Holzverspünden — wie sie damals genannt wurden — in die Höhe trieb, um sie auf einer höheren Sohle als Aufschlag für das Firstenverträger Kunstrad zu benutzen. In dem Freiburgerrevier wurde später ein dergleichen Verspünden von 1 Elle Stärke auf neue Hoffnung Gottes Fdgr. zu Braunsdorf erbaut. Man nannte es Klötzelverspünden, welcher Name jetzt, wegen einiger Aehnlichkeit der Zusammensetzung, daher auch in der Trivialsprache der Arbeiter den jetzigen Keilverspünden fälschlich beigelegt wird.

Fig. 12—15, Taf. 16 *B*, geben eine bildliche Darsellung dieses Verspündens. Fig. 12 ist die hintere, Fig. 14 die vordere Ansicht, Fig. 13 der senkrechte und Figur 14 der horizontale Durchschnitt.

Das Keilverspünden hat, wie es sein Name bezeichnet, sowohl im Ganzen als in den einzelnen Theilen die Keilform, zwar nicht im streng mathematischen, wohl aber im technischen Sinne der Bezeichnung Keil **), indem es im Ganzen einen von radial

*) Aus dem Freiberger Jahrbuche, 1841, S. 28 etc.

**) Diejenige Art, die in der französischen Sprache mit *Picot*, in der deutschen etwa mit Spitzkeil bezeichnet wird.

liegenden Flächen begrenzten Ausschnitt einer Hohlkugel (Kugelschale) darstellt, oder einen Theil eines Kuppelgewölbes — s. die erwähnten Figuren *A A, B B, C C, D D,* — das mit der converen Wölbfläche dem Wasserdrucke entgegengewendet, selbst aber wieder aus einzelnen Hölzern zusammengesetzt ist, deren jedes eine abgestumpfte vierseitige Pyramide bildet.

Zuvörderst wird auf der abzusperrenden Strecke eine Stelle für das einzubauende Verspünden ausgewählt, an welcher das Gestein ringsherum dicht, frei von allen Klüften, Spalten und sonstigen Oeffnungen ist; an welcher ferner der Querschnitt der Strecke nicht zu weit ist, um nicht auch den Querschnitt und somit die dem Drucke ausgesetzte Fläche des Verspündens unnöthig zu vergrössern; endlich eine Stelle, an welcher das Steichen der Strecke möglichst regelmässig und gleichförmig ist.

Diese Stelle hat man zugleich nicht zu entfernt von demjenigen Puncte zu wählen, an welchem der Wasserzudrang stattfindet, um nicht den hinter das Verspünden fallenden und dem Wasser überlassenen Raum zu gross zu machen, da mit dessen Grösse und der seiner Umfläche die Möglichkeit wächst, dass sich auf letzterer eine oder die andere Kluft, Spalte oder dergleichen findet, durch welche das Wasser im Gesteine sich einen Weg um das Verspünden herum bahnen kann, wenn erst die ganze Druckhöhe darauf wirkt.

Der zur Anlage bestimmte wird nun genau körperlich aufgenommen und zu Risse gebracht, wenn dies nicht schon vorher, behufs dessen Auswahl, mit der ganzen Strecke geschehen ist.

Nun wird der innere, kleinere Halbmesser und die Stärke des Verspündens bestimmt; beide zusammen begründen das Verhältniss der Keilform des Verspündens im Ganzen und Einzelnen, nämlich den verhältnissmässigen und den unmittelbaren Unterschied zwischen der innern und äussern Fläche des Verspündens und der einzelnen Theile desselben, somit zugleich die Widerstandsfähigkeit.

Würde das Verspünden aus einem nur sehr wenig zusammendrückbaren Material, wie, z. B., Stein, Gusseisen, hergestellt, so würde man nach einem gewählten Halbmesser, dessen Stärke dem muthmaasslichen Drucke des Wassers entsprechend, aber nur mit Rücksicht darauf zu ermitteln haben, dass dasselbe, wie jedes Gewölbe, nicht zerdrückt werde; da jedoch eines Theils, besonders bei der Anwendung von wirklicher Mauerung, abgesehen von der schwierigen Herstellung bei einer oft nöthigen so bedeutenden Stärke, die Fugen nicht leicht völlig und bis zur Erlangung eines vollkommen wasserdichten Ganzen geschlossen werden können, das Holz hingegen diesem Zwecke viel besser entspricht, so macht andern Theils eben die Zusammendrückbarkeit des Holzes noch die Ermittelung eines solchen Verhältnisses zwischen der hintern und der vordern Fläche, eine solche Vergrösserung der ersteren gegen die letztere, nöthig, dass nicht etwa die hintere Fläche, und somit das ganze Verspünden von dem Wasser durch den vorderen engeren Querschnitt hindurch gedrückt werden kann. Endlich muss aber auch noch zugleich bei der Wahl des Halbmessers berücksichtigt werden, dass das Verspünden keine zu starke Wölbung bekommt, die Endradien, besonders die eines Verticaldurchschnittes desselben, keinem zu stumpfen Centriwinkel zugehören, weil eine solche zu hohe Wölbung nicht nur schon den ersten Einbau erschwert, sondern auch dem späteren Verkeilen aus dem Grunde nachtheilig werden kann, weil durch letzteres die hintere Fläche und somit deren Wölbung für sich, ohne die vordere, noch mehr und selbst so weit vergrössert werden kann, dass die mittleren Hölzer nach Hin-

ten herausgedrückt, bevor sie durch den Wasserdruck angenommen und in Ruhe erhalten werden.

Bei der gewöhnlichen Streckenhöhe von $1\frac{1}{4}$ Lachter scheint sich bisher ein innerer Halbmesser von durchschnittlich 12 Ellen als zweckmässig bewährt zu haben, dürfte jedoch für Druckhöhen über 100 Lachter vielleicht noch etwas zu verkürzen seyn — wie er auch schon bei einer früheren Gelegenheit zu 9 Ellen gewählt worden ist, worüber am Schlusse noch etwas bemerkt werden wird.

Nun wird der Mittelpunct für die Wölbung des Verspündens vorwärts auf der Strecke, durch einen Nagel, entweder an einer etwa in halber Ortshöhe querüber gelegten Spreize, oder in einem in einer Ulmen eingeschlagenen Dübel — wenn etwa die Strecke sich krümmt und dadurch der Punct in eine der Arena fällt — bezeichnet und zunächst der betreffende Theil der Strecke in den Ulmen der Förste und der Sohle dergestalt zugeführt, dass alle Theile der Umfläche in von jenem Mittelpuncte ausgehenden Radien liegen.

Ehe diese Arbeit beginnt, wird in hinreichender Entfernung vor und hinter dem Lagerungspuncte des Verspündens ein hinreichender hoher Rasendamm geschlagen und dadurch ein Sumpf gebildet, um die auf der Strecke zufliessenden Wasser während des Baues zurückhalten, aufsparen und durch ein Gerinne über der zuzuführenden Sohle ohne Behinderung für die arbeitenden Häuer hinwegleiten zu können.

Das Zuführen der Umfläche der Strecke wird nach einer im Mittelpuncte der Krümmung derselben befestigten angespannten Schnur und zwar so bewirkt, dass man, um allen unnöthigen Aushieb zu vermeiden, als Anhalten für die Umfläche des Verspündens, so weit möglich, den Umriss auch für die kleinere vordere Fläche den Querschnitt der Strecke selbst annimmt.

Das Zuführen wird soweit fortgesetzt, dass die von dem bezeichneten Mittelpuncte aus gespannte und jenen kleinsten Umriss berührende Schnur sich durchgängig auf die ganze Stärke des künftigen Verspündens scharf an das Gestein anlegen lässt, ohne eine Biegung zu machen oder einen Abstand zu lassen.

Dieses Zuführen kann lediglich mit Schlägel und Eisen bewirkt werden, weil selbst in dem Falle, dass man grössere vorspringende oder sonstige Gesteinsmassen wegzunehmen genöthigt wäre, durch Schiessen auch das nicht anzugreifende Gestein zerrüttet und geöffnet werden könnte.

Während des Zuführens wird schon das Holz für das Verspünden über Tage zugeschnitten, beschlagen, möglichst getrocknet und gedörrt, gefügt und der Hauptsache nach zusammengepasst.

Man hat sich dazu bis jetzt in Sachsen des gewöhnlichen Nadelholzes: Fichte, Kiefer oder Tanne bedient, und gefunden, dass solches dem Zwecke vollkommen genügt, sogar in der grösseren Zusammendrückbarkeit für die Leichtigkeit des Verkeilens vor harten Hölzern einen gewissen Vorzug besitzt, nur muss es ganz gesund, so astfrei und so ausgetrocknet, als möglich, seyn.

Bis jetzt gab man diesen Hölzern durchschnittlich 6 Fuss Länge, als die Stärke, welche das Verspünden bekommen soll, dabei am vordern schwächern Ende 6—7 Zoll (kleinste) Seitenbreite.

Das Bearbeiten und Fügen bewirkt man nach demselben Halbmesser, wie das Zuführen, auf einer geebneten und mit Pfosten belegten Sohle.

Hierauf schreitet man zu dem eigentlichen Einbaue;

Zuvörderst wird die ganze zugeführte Gesteinsumfläche gesäubert, mit Wasser rein abgespült und mit Lappen abgetrocknet.

Die Hölzer werden der Hauptsache nach von Unten nach Oben in einzelnen, für einen und denselben Krümmungshalbmesser gleich hohen, Schichten gelegt, jedoch so, dass die einzelnen Hölzer in der einen Schicht die Wechsel und Stossfugen in der darüber und der darunter liegenden Schicht decken, so dass nicht auch die einzelnen Fugen in einen und denselben Verticaldurchschnitt fallen:

Man legt zuerst die unterste Schicht, auf der Sohle, wobei man, wie bei jeder der übrigen, auf folgende Weise verfährt.

Zunächst passt man die beiden äussersten an der hangenden und liegenden Ulme anliegenden Hölzer an, weil die Begrenzungsfläche des Querschnitts der Strecke und des ganzen Verspündens eine ringsherum fortlaufende Figur bildet, die Stösse von der ebenen Sohle aufwärts gegen die Mitte der Streckenhöhe auseinander, gegen die Förste hin aber wieder zusammenlaufend.

Man rückt deshalb jedes der beiden Hölzer so nahe an seinen Stoss an, als es der am Meisten hereinspringende Theil des letzteren, an der unteren oder oberen Kante, gestattet, während man die innere Seite desselben genau in einen Radius legt; fertigt sodann ein Streichmaass, welches dem bleibenden grössten Abstande der oberen (resp. untern) Kante zum Gesteine, entspricht und verreisst danach die entgegengesetzte — untere oder obere — Seite des Holzes und die beiden Stirnen.

Hiernach wird das Holz zugearbeitet und durch wiederholtes Anpassen und Nachbessern dessen genauester Anschluss an das Gestein bewirkt.

Behufs dieses Anbesserns des Holzes bestreicht man das Gestein mit rother Farbe, schiebt sodann das vorläufig zugearbeitete Holz an und nimmt hernach von allen denjenigen Stellen noch weg, welche sich roth gefärbt haben, also angetroffen sind, bis endlich bei'm Anschieben sich alle Theile der entsprechenden Seiten des Holzes roth färben, und sonach ein durchgängiges scharfes Anschliessen des Holzes andeuten.

Hierauf werden die übrigen, mittleren Hölzer so eingefügt, dass jede Fuge sowohl ganz in einem Radius liegt, als auch möglichst dicht schliesst.

Das Einpassen rückt von beiden Seiten nach der Mitte, bis zu dem Schlusskeile, vor, dessen nöthige Breite man hinten und vorn genau abmisst und ihr sodann $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{8}$ Zoll zugiebt, je nach der Anzahl Fugen in einer Schicht und somit dem Grade des zu erwartenden Zusammentreibens.

Der Schlusskeil wird hierauf mit schwachen Schlägen eingetrieben, jedoch nicht ganz, sondern nur so weit, dass man beurtheilen kann, ob er sich völlig eintreiben lassen wird, oder ihm zuvor noch etwas nachgeholfen werden muss.

Nach erfolgtem Zusammenzeichnen der Hölzer, wird die Schicht wieder weggenommen und nun erst an der Umfläche des Gesteins eine Art Liederung angebracht, welches nicht eher geschehen konnte, ohne ein genaues Anpassen der Hölzer zu verhindern.

Dieser Abschluss wird durch doppelte starke graue Sackleinwand gebildet, welche auf der inneren, zusammengelegten Seite getheert wird, so dass am Holze und am Gesteine die ungetheerten Flächen liegen.

Von dieser Leinwand werden zuvörderst zwei auf die oben beschriebene Weise vorgerichtete und aufeinander gelegte Stücke auf der Sohle glatt ausgebreitet, so dass sie vorn und hinten noch etwa 2 Zoll über die Stärke des einzubauenden Verspündens

hervostehen und an beiden Ulmen etwa noch 1 Elle hoch hinaufreichen, wo man ihre Enden durch eine eingeschlagene Spreize festhält.

Auf diese Leinwand wird nun die unterste Schicht gelegt und der Schlusskeil mittelst eines sehr schweren Treibefäustels, nach Befinden von 60 Pfd., solange eingetrieben, als noch ein Fortrücken desselben zu bemerken ist.

Nachdem diese Schicht zwischen beiden Ulmen waagerecht abgewogen und abgerichtet worden ist, wird die nächste darauf gelegt. Da jede nächst obere Schicht erst dann eingepasst und eingebessert wird, wenn die vorhergehende fest liegt, so legt man während des Einpassens der ersteren, die beiden Enden der Leinwand an den Stössen einstweilen auf jene untere Schicht herab und klappt sie erst für den nacfolgenden festen Einbau der oberen wieder hinauf.

Nahe über der Sohle, daher etwa in der zweiten Schicht von Unten, muss eine Oeffnung gelassen werden, um während des Einbaues und bis zu dem Schlusse des Verspündens die hinter demselben zudringenden und durch den obenerwähnten Damm aufgestauten Wasser ohne Störung abzuführen.

Man legt daher in der Mitte jener Schicht ein stärkeres Holz ein, am starken Ende nach Maassgabe der Grösse des Wasserdruckes und des Halbmessers des Verspündens, von 12 bis 20 Zoll Seitenbreite, welches daher die Höhe von zwei gewöhnlichen Schichten einnimmt; dieses Holz wird der Länge nach mit einer, je nach der abzuführenden Wassermenge etwa 2 bis 4 Zoll weiten Oeffnung *a*, durchbohrt, die im letzten Stücke von etwa 20 Zoll Länge bis an die hintere, dem Wasser zugewendete Mündung sich conisch erweitert, um zuletzt einen eben so gestalteten Spund, zu deren Verschluss aufzunehmen. Von dieser Bohrung wird jedoch erst dann Gebrauch gemacht, wenn der Einbau des Verspündens sich der Höhe des hinteren Dammes 1 bis $1\frac{1}{2}$ Elle über der Sohle oder selbst bis zur Förste, nähert, bis wohin das Wasser von dem besagten Damme weg in einem unter der Förste hingelegten Gerinne abgeführt wird.

So wird nun eine Schicht auf die andere eingebaut, während man in beiden Stössen neue Leinwandstücke angelegt, die bis in die Förste reichen.

Etwa in der halben Höhe des Verspündens legt man eine gusseiserne Röhre *F* ein, welche dazu dient, eine Oeffnung frei zu erhalten, von hinreichender Weite, dass die Arbeiter nach erfolgtem nachmaligen Verpeizen des Verspündens hindurch kriechen können. Früher liess man eine grössere viereckige Oeffnung unmittelbar, und ohne Auskleidung frei, da jedoch dabei die Verkeilung weniger vollkommen dicht bewirkt werden konnte, gegentheils aber dennoch durch das Verkeilen selbst die Oeffnung zu sehr verengt wurde, so legt man jetzt zweckmässiger eine solche Röhre ein.

Diese Röhre hat die Länge des Verspündens selbst; auf die vordere Hälfte der Länge ist sie cylindrisch etwa von 18 Zoll Durchmesser; in dem übrigen Theile erweitert sie sich conisch bis zur hintern Ausmündung um etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll. Ebenso nimmt die im cylindrischen Theile nur etwa $\frac{3}{4}$ Zoll betragende Wandstärke im conischen bis auf $1\frac{1}{2}$—2 Z. zu. Ausserdem ist die hintere weitere Mündung mit einem, aussen 1 Z. hervorspringenden starken Rande versehen, mit welchem sie sich an die hintere Wölbfläche des Verspündens anlegt.

Nur wenn der durch das Verspünden abzuschliessende Raum noch einen andern Ausgang hat, braucht man keine solche Fahröffnung; ein Fall, welcher freilich selten, und nur etwa dann eintreten kann, wenn von jenem Raume unmittelbar ein abgesonder-

ter Schacht oder dergleichen für sich bis auf diejenige Sohle hinaufgeht, bis zu der man das Wasser hinaufdrücken will.

Nachdem für die einzulegende Fahrröhre die Hölzer derjenigen beiden Schichten, auf und in welche die Röhre mit der halben Stärke zu liegen kommt, nach Schablonen gehörig ausgeschnitten sind, breitet man in diese Hohlung einfache Leinwand aus, schlägt solche um die darauf gelegte Röhre herum und bessert hierauf die folgende und endlich die die Röhre oben überdeckende Schicht auf gleiche Weise auf und an.

Jetzt wird nun auch das, bisher auf die schon beschriebene Weise in einem unter der Förste hinliegenden Gerinne aus dem Sumpfe abgeführte Wasser durch die Bohrung über der Sohle geschlagen, um jenes hinderlich werdende Gerinne wegnehmen zu können. Man stösst dazu sowohl an die hintere Mündung jener Bohrung ein Stück Röhre bis durch den hinteren Damm, als auch ein ähnliches an die vordere Mündung an, welches bis über den zweiten, mehrere Ellen vor dem Verspünden geschlagenen aber niedrigen Rasendamme reicht; beide Röhren werden dicht angebüchst und führen nun die Wasser unmittelbar aus dem Sumpfe bis jenseits des vorderen Dammes, welcher sie an einem etwaigen Zurücktreten nach dem Arbeitsraume verhindert, so dass der letztere ganz trocken erhalten wird.

Jetzt wird das Legen der Schichten in derselben Weise, wie früher, fortgesetzt, bis noch etwa 3 Schichten unter der Förste übrig sind. Von dieser werden vier nacheinander gehörig eingepasst, zusammengezeichnet, und sodann von ihnen soviel Hölzer weggenommen, als nöthig sind, um die oberste Förstenschicht, verreissen und einbessern zu können. Hierauf befestigt man die Leinwand an der Förste durch Nägel, die man in zuvor in das Gestein getriebene Dübel schlägt, bringt die Schichten wieder hin und treibt die Schlusskeile ein.

In die zweite Schicht von oben legt man jedoch ein Stück Holz ein, welches ebenfalls der Länge nach, mit einer 1 bis höchstens 2 Zoll weiten Bohrung *b*, versehen ist, an welche man nachmals, hinten an der Rückseite des Verspündens ein gegen die Förste und bis nahe an dieselbe aufwärts gekrümmtes Rohr *C*, von ausgebohrtem Hollunder, oder besser, von Blech, ansteckt und eindichtet. Diese Vorrichtung dient, um nach völligem Verschlusse des Verspündens die dahinter durch das aufsteigende Wasser abgeschlossene Luft völlig auszutreiben und entweichen zu lassen, weil sonst der Druck dieser eingesperrten und zusammengepressten Luft durch seine Ungleichförmigkeit weit stärker und nachtheiliger auf die Zerstörung des Verspündens hinarbeiten würde, als der des Wassers.

Nunmehr beginnt man das Verspünden auf der hinteren gewölbten Seite zu verdichten. Hierzu wendet man zuerst Keile von weichem und zwar sehr glattem und feinjährigem gut ausgetrocknetem Fichtenholze an, zweischneidig, im Querschnitte, rechtwinklich auf die Länge, linsenförmig, vorn geschärft, 30 Zoll lang, oben $1\frac{1}{4}$ Zoll stark und 3 bis 4 Zoll breit.

Diese Keile *d* setzt man schräg und so einander deckend in einzelnen Reihen längst der Fugen, sowohl der Schichten als auch in diesen der einzelnen Hölzer, ringsherum an der Gesteinsfläche hin, sowie um die gusseiserne Fahrröhre herum, selbst drei- und vierfach. Für jeden einzelnen Keil wird mit einem meiselartigen Eisen vorgeschlagen, um ihn erst einsetzen und greifen zu lassen; auch werden dieselben vor dem Eintreiben mit Talg bestrichen.

Im Anfange des Verpeizens lassen sich die Keile 18 bis 24 Zoll tief, ja selbst noch mehr eintreiben, sowie aber das Holz dadurch nach und nach dichter zusammengepresst wird, so dringen sie immer weniger tief ein.

Sodann treibt man, soweit es möglich ist, zwischen diese weichen Keile nach Oben so gestaltete harthölzerne, von 18 Zoll Länge, 1 Zoll Stärke und oben 2—2½ Z. Breite, obschon dieselben einestheils wegen ihrer geringeren Elasticität, anderntheils wegen des grösseren Widerstandes oft schon nach wenigen Schlägen abspringen.

Wollen endlich weder weiche noch harte Keile mehr eingehen, so treibt man nach Erfordern noch eiserne ebenfalls von etwa 18 Zoll Länge, 3 Z. Breite und 1 Z. Stärke ein, der Sicherheit halber besonders in die unterste Schicht über der Sohle hin.

Auf diese Weise werden wohl auf einen Flächenraum von 30 Quadratf. nach und nach bis auf 70 Schock hölzerner Keile angebracht.

Im Ganzen schreitet das Verkeilen von Oben nach Unten fort.

Da bei demselben eine fortwährende Wasserableitung durch das Verspünden auf die letzt bezeichnete Weise, hinderlich seyn würde, so lässt man sie nur in Pausen stattfinden und nimmt in den Zwischenzeiten die den Sumpf mit der Bohrung verbindende Röhre weg, bis sich der erstere wieder ganz gefüllt hat, stösst dann die Röhre wieder an, lässt den Sumpf ganz ablaufen und verschliesst ihn von Neuem. Je grösser der Fassungsraum des Sumpfes bei gleicher Grösse des Wasserzudranges ist, desto seltener braucht er abgelassen zu werden, desto länger kann man jedes Mal ungestört fortarbeiten.

Nachdem das Verspünden auf diese Weise auf der ganzen hinteren Fläche verkeilt und dadurch wenigstens in und zunächst dieser Fläche so dicht geworden ist, dass die Fugen ganz verschwinden, bei'm Anschlagen der Klang ganz hell ist, so wird diese ganze Fläche noch mit einem Kitte überstrichen, der, vornehmlich der Wohlfeilheit halber, aus alter, abgeschabter Kunstschmiere, etwas Theer und ungelöschtem Kalk zusammengesetzt ist. Die trockene Kunstschmiere (aus Pech, Seifensiederlauge, Seife und Leinöl bestehend) wird durch Erwärmen flüssig gemacht, sodann Theer und Kalk zugesetzt, worauf sie alsbald nach erfolgtem Auftragen erhärtet und eine feste Kruste bildet.

Zu noch mehrerer Befestigung und Verdichtung des Verspündens, treibt man wohl auch an dessen hinterer Seite auf der Gesteinsohle ein vierkantiges Holz *G*, spreizenartig, mit 2 Zoll Abstand von der hinteren Fläche, ein und stopft diesen Zwischenraum *o*, mit alten aufgedrehten, in dem eben bezeichneten Kitte getränkten Seilfäden dicht aus.

Nachdem jetzt erst das schon beschriebene gekrümmte Luftrohr an die betreffende Bohrung angestossen, verdichtet und durch eine untergeschlagene Spreize 1 festgestellt worden, ist das Verspünden bis zum letzten Abschlusse fertig.

Behufs dieses wird für die untere bis jetzt für den Wasserabzug bestimmte Bohrung ein Spund *g* gefertigt. Derselbe ist von Rothbuchenholz, etwa 28 Zoll lang, zwar von demselben Zugange, wie der conische Theil der Bohrung, jedoch von soviel grösserer Stärke an den Enden, dass ihn der Druck des Wassers nicht ganz in die Bohrung hinein oder gar durch sie hindurch zu pressen vermag. Am hinteren Ende ist er mit einem eisernen Ringe gebunden, sodann aber auf dieser Stirn ebenfalls soweit durch eingetriebene Holzkeile verdichtet, als nur dergleichen noch eingehen wollen.

Ein zweiter Spund 11 wird zum Verschlusse der Fahrröhre gefertigt; ebenfalls von Rothbuchenholz; er bekommt etwa 1 Elle 18 Zoll Länge, an der hintern Stirn $2\frac{1}{2}$ Zoll mehr Durchmesser, als die hintere Mündung der Röhre, so dass er genau passend 1 Elle tief in letztere eingeht. Durch ihn ist der Achse nach eine $1\frac{1}{2}$ Zoll starke eiserne Stange *h* getrieben, welche vorn in einen eisernen Haken 1, am hinteren Ende in eine Vollschraube endigt. In jeder Stirn ist um die Stange herum eine starke eiserne Stossscheibe in das Holz eingelassen, in der dazu hergestellten Vertiefung aber vorher um die Stange herum mit Keilen und getheerten Hanffäden fest verdichtet, worauf man die darüber eingelegten Stossscheiben durch Anziehen der Schraube, die eine unmittelbar, die andere mittelbar durch das Gestemme unter dem Haken fest andrückt.

Vor der hinteren Stirn ist der Spund mit den eisernen Ringen 1 von, von hinten her, allmälig abnehmender Breite und Stärke gebunden, davon der vorderste, schmalste etwa 8 – 9 Zoll vor der hintern Stirn liegt. Nach deren Anlegung wird die Stirn mit weichen 8—9 Zoll langen Holzkeilen verpeizt, welche in conzentrischen Ringen einander deckend, eingesetzt werden; auf diese kommen harthölzerne Keile von gleicher Länge und in gleicher Weise gesetzt, zwischen welche endlich noch drei Kreise, $2\frac{1}{2}$ Zoll langer, $1\frac{1}{2}$ Zoll breiter und $\frac{1}{2}$ Zoll starker eiserner kommen, deren man so viele einschlägt, bis sich ohne Anwendung übermässiger Kraft keiner mehr treiben lässt.

In derjenigen Länge des Spundes, die bei dem Eintreiben, seinem Zugange nach, an das hintere Ende der Spundröhre zu liegen kommt, wird ringsherum in die Umfläche desselben eine $2\frac{1}{2}$ Zoll breite, $\frac{1}{2}$ Zoll tiefe ringförmige Vertiefung geschnitten, unter- und oberhalb desselben aber noch soviel von der Umfläche weggenommen, als die Stärke eines einfachen Leinwandstreifens beträgt. In jenen vertieften Ring legt man in Talg getränkte Hanffäden ein und stellt so einen etwa 1 Zoll hohen umlaufenden Wulst 1 her, den man in einen übergelegten breiten Leinwandstreifen fasst, dessen beide Ränder ober- und unterhalb des Wulstes, zufolge der bezeichneten Vorrichtung in die Oberfläche versenkt und mit breitköpfigen Zwecken, ebenfalls nicht über die übrige Umfläche des Spundes hinausragen. Sodann wird der Spund ringsherum erwärmt und stark mit Talg bestrichen, den man durch darüber hingeführte heisse Eisen flüssig erhält, was man solange fortsetzt, als überhaupt das Holz noch dergleichen Talg aufnimmt.

Dieser Spund muss natürlich schon vorher hinter das Verspünden gebracht und vor Nässe und Unreinigkeit geschützt, aufbewahrt werden, bevor man ersteres durch das Einbringen der oberen Hölzer ganz verschliesst.

Für das Einbringen dieses Spundes in die Fahrröhre legt man hinter das Verspünden söhlige Spreizen und auf diese, unmittelbar oder erst auf ein Bett von aufgenagelten Pfosten, eine Art Leitung aus zwei Stücken Strassbaumholz, das Ganze in solcher Höhe, dass der Spund dadurch gerade die richtige Lage bekommt, in der er in die Röhre eingehen kann und soll.

Um endlich den Spund gehörig einziehen zu können, wird in etwa 2 Ellen Entfernung vor der vorderen Seite des Verspündens in der Achsenhöhe der Fahrröhre eine starke söhlige Spreize geschlagen, gegen die man eine Kunstwinde stemmen und mittelst letzterer und einer in den Haken am Spunde eingehängten starken Schurzkette den Spund kräftig in die Röhre ziehen kann.

Nachdem nun der kleinere Spund in die untere Bohrung für den Wasserzug geschlagen, der Hauptspund auf seine Leitung gebracht und auf dieser soweit zurück-

geschoben worden ist, dass die Arbeiter durch die Fahrröhre hinauskriechen können, wird die Schurzkette angehängt, worauf die damit noch beschäftigt gewesenen Arbeiter ihren Rückzug durch die Fahrröhre nehmen, und sodann mittelst der Winde jenen Spund so stark einziehen, als sie vermögen, und bis dessen Wulst in und an der hinteren Röhrenmündung abschliesst.

Nunmehr überlässt man das Verspünden sich selbst, bis das dahinter aufsteigende Wasser durch das Luftrohr abläuft, ein Zeichen, dass es alle hinter ersterem abgesperrte Luft ausgetrieben hat. Nun wird auch in diese Bohrung ein hölzerner Spund eingeschlagen, natürlich von vorn, indess kann dies hier, wegen des kleineren Querschnitts und sonach geringeren Druckes auf solchen, fest genug erfolgen, auch lässt sich äussersten Falles noch eine Spreize davor anbringen.

Ist endlich ein hinreichender Zeitraum verflossen, dass man annehmen kann, dass nunmehr das Wasser auf seine ganze mögliche Druckhöhe aufgespannt ist, und darauf das Verspünden wirkt, so schreitet man zum Verkeilen. Dies kann einestheils aus dem Grunde erst jetzt geschehen, weil man dasselbe, soweit möglich, nur auf diejenigen Stellen beschränkt, an denen Wasser herausdringt — was wegen der grossen Druckhöhe häufig in feinster Dunstform erfolgt — anderntheils, weil ohne den Gegendruck des dahinter aufgespannten Wassers das Verspünden durch das Verkeilen leicht rückwärts gedrängt werden könnte.

Uebrigens erfolgt dieses Verkeilen ganz auf dieselbe Weise, wie auf der hinteren Seite durch weich- und harthölzerne, endlich durch eiserne Keile.

Wird diese Arbeit, wie die früheren, vollständig und gut ausgeführt, so bleibt zuletzt höchstens nur noch ein sehr geringer Wasserdurchgang in feinster Nebelform übrig, dessen wahre Austrittspuncte man nicht bemerken kann, der aber nicht durch die Fugen, sondern durch das Holz selbst und zwar die weicheren Jahresringe stattfindet, indem auch der Hauptspund durch das Wasser selbst immer fester und dichter abgeschlossen wird.

Nunmehr ist das Verspünden als beendigt anzusehen.

Im Uebrigen ist noch zu erwähnen, dass meist schon bei dem ersten Beginne der Vorarbeiten des Einbaues auf eine künstliche Wetterversorgung gedacht werden muss; denn da schon an und für sich auf einer solchen zu verspündenden, mit dem Orte anstehenden und mit keinem anderen Baue jenseits des Lagerungspunctes durchschlägigen Strecke der natürliche Wetterzug nur gering zu seyn pflegt, so wird letzterer durch den fortgesetzten Aufenthalt einer grösseren Anzahl von Menschen, als gewöhnlich, noch mehr endlich durch den Einbau des Verspündens selbst für die dahinter Arbeitenden immer weniger genügend. Meistens reicht es hin, einen grossen Schmiedeblasebalg an dem Anfange oder überhaupt einem solchen Puncte der Strecke aufzustellen, wo noch frischer Wetterzug stattfindet, und von ihm aus die Wetter durch Lutten nach dem Arbeitsraume zu führen.

Aber selbst abgesehen von diesem Umstande, gehört die Herstellung eines Verspündens nicht nur zu den beschwerlichsten, sondern auch denjenigen Arbeiten, welche die aller grösste Umsicht und Genauigkeit erfordern, da begangene Missgriffe oder mindere Genauigkeit, erst nach der Vollendung bemerklich werden, im günstigen Falle nur theilweis wieder gut zu machen sind, im weniger günstigen ein völliges Wegreissen und Neuanlegen nothwendig machen.

Wie schon oben bemerkt worden, hat man bis jetzt dergleichen Verspünden bei dem Sächsischen und hier wieder vornehmlich bei dem Freiberger Bergbaue, in ihren Dimensionen nach dem Anhalten der Ergebnisse der zuerst angelegten eingerichtet, jedoch schon bei dem neuesten auf Churprinz Friedrich August Erbst. auf der 7. Gezeugstrecke in Morgen eingebauten, die Erfahrung gemacht, dass man sich bei solchem Drucke mit den, den oben angegebenen entsprechenden Dimensionen, schon an der Grenze eines gnügenden Erfolges befand, indem dasselbe vom 14. August 1835, bis zum 20. November 1837, also in 746 Tagen, um $25\frac{7}{8}$ Zoll, von da an bis in die 11. Woche, Quartal Trinitatis 1839, also in etwa 506 Tagen, aber nur um 3 Zoll weiter vorwärts geschoben ist, obschon nicht unerwähnt bleiben darf, dass bei diesem, wegen der Dringlichkeit des Einbaues, keineswegs Holz von der möglichsten Trockenheit angewendet worden war.

Einem solchen Fortschieben im Ganzen kann aber vorgebeugt werden:

1) Durch Verminderung des kleinen Halbmessers von 2 bis 4 Fuss für einen gleichgrossen Querschnitt, sonach durch Vergrösserung des Centriwinkels und Verstärkung des Zuganges, der Keilform;

2) durch Verlängerung des Zuführens der Umfläche der Strecke für das Verspünden, nach jener Keilform, gegen den Mittelpunct hin, um 2 bis 3 Fuss über die innere Fläche des Verspündens hinaus, wodurch, wenn selbst das Verspünden fortgeschoben werden sollte, dasselbe, sofern es übrigens stark genug ist, endlich in einen noch kleineren Raum zusammengedrückt werden müsste, als selbst seine kleinste Fläche einnimmt, während es gegenwärtig über den Querschnitt der letzteren hinausgeschoben, in einem der Hauptsache nach gleich grossen bleibt, daher wenigstens in diesem durchgeschobenen Theile einem weiteren Zusammendrücken nicht, sondern nur in dem übrigen, hinteren Theile unterliegt, wodurch der Widerstand nicht grösser, sondern eher kleiner wird.

Vor allem aber werden noch genauere Versuche über die Zusammendrückbarkeit mehrerer Holzarten, wenigstens der gewöhnlich angewendeten, sowohl die absolute als auch über das Verhältniss anzustellen seyn, in welchem die Zusammendrückung zu dem wirkenden Drucke steht; Versuche, welche die oben erwähnten früheren zu vervollständigen und zu ergänzen, auch schon für die nächste Zeit anzustellen beabsichtigt sind.

H o r i z o n t a l e D ä m m e *(plates-cuves)*. Sehr häufig ist es erforderlich, in saigern Schächten Dämme gegen die Wasser vorzurichten. Giebt man, z. B., Schächte auf, welche im wasserreichen Gebirge abgesunken und dann wasserdicht verzimmert worden sind, so muss man, will man die Kosten einer fortwährenden Unterhaltung der Cuvelirung sparen, unterhalb des wasserreichen Gebirges ein Gewölbe oder einen Damm anbringen, der für das Wasser undurchdringlich und gewissermaassen auch unzerstörbar ist, auf den man auch oft Berge stürzt, um den obern Theil des Schachtes auszufüllen. Mann nennt diese Art von Dämmen im nördlichen Frankreich und im Lüttichschen *plates-cuves*; sie können aus Holz, aus Ziegelstein- und aus Quadersteinmauerung ausgeführt werden. Für die hölzernen ist die einzig zweckmässige Gestalt die sphärische. In runden oder elliptischen Schächten ruht der Damm auf einer conisch zugeführten Oberfläche, deren Scheitel in den Mittelpunct der Kugel fällt. Diese Brust muss in einer festen Schicht, unter dem Keilkranze der darüber befindlichen wasserdichten Zimmerung zugeführt werden. Dürfte man fürchten, dass diese erschüttert wer-

den würde, so müsste man die Keilkränze und Picotagejöcher durch eiserne Stangen mit den obern Keilkränzen verbinden, oder sie mittelst jener Stangen an starken Rüstbäumen, die über die Schachtöffnung gelegt werden, aufhängen. Die dem Gesteine zunächst liegenden Theile des Dammes müssen so zugehauen seyn, dass sie mit einer ihrer Flächen genau auf die conische Oberfläche passen, während die übrigen Flächen Ebenen sind, welche durch den Mittelpunct der Kugel gehen.

Balkendamm in dem Padtkohls-Kunstschachte der Centrumgrube bei Eschweiler. Im Allgemeinen können Dämme auf dieselbe Weise quer durch einen Schacht geschlagen werden, wie quer durch eine Strecke, nur würden dieselben in diesem Falle eine söhlige Lage erhalten, während sie in Strecken immer senkrecht stehen. Die Nothwendigkeit einer solchen Verdämmung in Schächten tritt ein, wenn in dem tieferen Theile derselben Wasserzugänge erschroten worden sind, die nicht fortdauernd gehalten werden sollen. Sind sie in Lagerstätten gefunden, so muss der Bau auf denselben aufgegeben werden, sind sie aber erst aus deren Liegenden erhalten worden, so kann auch der Bau auf denselben fortgesetzt werden. Dieser Fall trat auf der Steinkohlengrube Centrum bei Eschweiler in dem Inde-Revier ein. Als der Padtkohls Kunstschacht, im Liegenden des tiefsten Flötzes (Padtkohl) dieser Grube, im Jahre 1807 unter der $54\frac{1}{2}$ Ltr. unter dem Stollen befindlichen Sohle abgeteuft werden sollte, war man kaum 2 Ltr. tief niedergekommen, als sehr starke Wasserzugänge angehauen wurden. Diese Wasser hat man bisher in den Bauen gehabt, sie waren ganz süss, während die übrigen Gruben etwas vitriolisch sind, und rührten wahrscheinlich vom Tage aus den Kunstgraben her. Der Zustand der Wasserhaltung dieser Gruben machte den Versuch nothwendig, diese Wasser wieder abzusperren, und dies konnte nur allein durch einen horizontalen Damm (in Lüttich *plate cuve* genannt) geschehen, der in dem Padtkohls Kunstschachte unter dem Padtkohlflötze eingebaut wurde; dadurch wurde in Bezug auf diese neu angehauenen Wasser dasjenige Verhältniss wieder hergestellt, welches vor dem weiterem Abteufem des Schachtes bestanden hatte.

Dieser Damm wurde von Arbeitern aus Lüttich ausgeführt und wie die nachfolgenden, von dem Herrn Director Graeser mitgetheilten Notizen zeigen, unterscheidet sich derselbe nicht wesentlich von den Balkendämmen, wie sie auf den Lütticher Kohlengruben in den Querschlägen eingerichtet werden, nur soweit, als dies durch die Lage im Schachte bedingt wird. Die Schachtstösse werden ringsum so zugeführt, dass sie sich nach Unten hin schräg erweitern und hier eine Brust bilden, auf der die Balken während der Arbeit und ehe sie gegen das Gestein fest angetrieben sind, aufruhen können. Diese Brust wurde in der Mitte des einen Schachtstosses und in der Breite der Balken ganz weggehauen, weil es sonst unmöglich ist, den Schlussbalken einzubringen; ja es würde ohne eine solche Erweiterung selbst seine Schwierigkeiten haben, die übrigen Balken in dem zugeführten Raume in die ihnen bestimmten Stellen zu bringen. Die Erweiterung des Zuführungsraumes beträgt auf die Höhe von $19\frac{1}{2}$ Z., welche der Stärke des Dammes entspricht, in jedem Stosse $1\frac{3}{4}$ Z. Dieselbe muss so gering, als möglich, gehalten werden, weil das Gestein um so eher ausbricht, je weiter sich die einander gegenüberstehenden Stösse des Zuführungsraumes von der parallelen Lage entfernen. Die Balken von Buchenholz wurden zwar genau passend nach diesem Raume bearbeitet, jedoch so, dass sie an den Köpfen etwas schiefer zugeschnitten waren, als die Schrägung des Zuführungsraumes, und daher eine Fuge an den

Stössen entsteht, welche sich nach der trockenen Seite hin öffnet und die, zur Verdichtung bestimmte Verkeilung aufzunehmen bestimmt ist. *Fig.* 16, Taf. 17, *B.*

Der Schacht ist quadratisch, $6\frac{2}{3}$ F. lang und weit, daher es gleichgültig war, nach welchem Stosse die Balken gelegt wurden; es ist aber allgemeine Regel, dieselben dem kurzen Stosse parallel zu legen, die auch so einfach aus den Verhältnissen folgt, dass es nur auffallend seyn kann, dieselbe bei den ähnlichen Dämmen in Qeurschlägen nicht immer beobachtet zu finden.

Diejenigen Balken, welche mit ihren langen Seiten in die Stösse zu liegen kommen, sind hier dem abgeschrägten Zuführungsraume entsprechend gearbeitet (Fig. 17). Zwischen denselben und dem Gesteine, sowie auch zwischen ihnen selbst werden dünne Lagen von ganz besonders gereinigtem und feingezupftem Moos gelegt. Sie werden in den erweiterten Zuführungsraum eingehängt und dann horizontal über der Brust eingeschoben, von beiden Stössen nach der Mitte hin. In einem der Balken befindet sich ein Loch, worauf die Pumpe gestellt wird, mit der die Wasser dem tiefsten Satze zugehoben werden. Der Schlussbalken war auf der oberen Seite mit einem sehr starken eisernen Haken versehen und wurde mit daran befestigten Säulen und Hebezeugen in seine richtige Lage hineingezogen und darin erhalten, während die Verkeilung mit flachen Keilen von weichem Holze und zuletzt mit quadratischen Keilen von Eichenholz auf die mehrfach beschriebene Art und Weise zwischen den Stössen und den langen Seiten der Balken, in den Balkenfugen und dann erst zwischen den Stufen und den Enden der Balken, ausgeführt wurde. Die Handpumpe wird herausgenommen und das Loch derselben verspundet und ebenfalls verkeilt.

Sobald das Wasser gegen den Damm drückte, zeigten sich noch feine Oeffnungen, die verkeilt wurden; man hatte beabsichtigt, über den Damm eine Verspreizung anzubringen, weil die Balken, bei einer Länge von 7 F., auf ihrer unteren Seite nicht genügten, dem hierauf lastenden Druck von 1,175,000 pr. Pfd. allein zu widerstehen. Man hatte aber auch nicht erwartet, dass die Wasser gegen denselben sobald diesen Druck ausüben würden, und daher die Anbringung dieser Verspreizung verzögert. Allein die Balken bogen sich dergestalt, dass sie undicht wurden, dass der Spund geöffnet und die Wasser nochmals abgelassen werden mussten, um die Verkeilung von Neuem verdichten zu können. Die Verspreizung wurde alsdann gleich nach dem Schliessen des Dammes angebracht, und so hat sich dieselbe noch bis jetzt erhalten, und leistet wahrscheinlich noch ihre Dienste. Die durch den Damm hindurch dringenden Wasser sind unbedeutend, es ist aber auch nicht zu ermitteln, ob dieselben wirklich bis zur Stollensohle angespannt sind.

Horizontaler Damm von Ziegelsteinen im französischen Nord-Departement. In der Gegend von Valenciennes richtet man in den sogen. Dièves unterhalb des untersten Picotagekranzes von der wasserdichten Verzimmerung zwei halbkuglige Gewölbe von Ziegelsteinmauerung und hydraulischem Mörtel vor; Fig. 1, Tafel 20 zeigt eine solche Construction. Um das untere Gewölbe herzustellen, nimmt man einen Theil des Ausbaues unter der Cuvelirung weg und führt eine Kuppel von Ziegelsteinen auf, welche zum Theil auf dem untern Ausbaue und zum Theil auf dem Gesteine der Schachtstösse aufruht. Ueber diesem ersten Gewölbe mauert man den Schacht wieder aus, jedoch weit stärker und führt diese Mauerung bis auf eine geringe Entfernung von dem Ruhepuncte der wasserdichten Zimmerung auf. Man nimmt dort die alte Mauerung weg und hält die Cuvelirung an eisernen Stangen, die einen rechtecki-

gen Rahmen tragen, auf den andern Rahmen dergestalt liegen, dass sie gegen den vieleckigen Picotagekranz treten, der die Basis der Cuvelirung bildet. Fig. 1 *(a)* und 1 *(b)*, Taf. 20, stellen den untern Rahm und die quadratischen Rähme dar, welche so übereinander liegen, dass sie eine achteckige Oeffnung bilden. Man nimmt soviel aus dem Schachte weg, dass man um die Kuppel, welche unmittelbar auf dem Schachte befindlich ist, ein zweites ringförmiges Gewölbe stellen kann, dessen Bogen $\frac{1}{4}$ Kreis ist, der in einer Ebene liegt, welche durch die Achse des Schachtes liegt, Fig. 1, Taf. 20. Die untere Seite dieses Gewölbes ist mit Ziegelsteinmauerung ausgefüllt. Man sieht in Fig. 1 und 1 *(c)* eine Röhre, welche zum Abflusse des Wassers dient, welches während der Arbeit oben durchsickert. Das Gewölbe ist mit einer dicken Schicht von hydraulischem Mörtel bedeckt. Man führt darauf die Schachtmauerung wieder bis unter die Cuvelirung auf, worauf der Schacht auflässig und verstürzt werden kann. Die hier beschriebene Construction ist sehr zweckmässig für Gebirgsarten, welche dem bedeutenden Drucke, die ein sphärischer Damm von behauenen Steinen auf die Zubrüstung in denselben ausübt, weichen würden. Man sieht, dass die Kuppel hier hauptsächlich auf dem obern gemauerten Thurme ruht.

Müsste man eine sehr hohe Wassersäule tragen, so würde ein Kugelgewölbe von behauenen Steinen ohne Zweifel die zweckmässigste Construction seyn; jedoch müssten die Steine mit grosser Sorgfalt zugerichtet werden, und dann würde es auch zweckmässiger seyn, die Fugen nicht mit Mörtel zu versehen, sondern Bleiplatten dazwischen zu legen. Da dies Metall weich und dehnbar ist, so würde es sich in die kleinen Vertiefungen eindrücken, die auf den zusammentretenden Flächen der Steine bleiben, und es würde durchaus kein Wasser hindurchdringen können. Kann das Gewölbe auf festes, dem Drucke nicht weichendes Gestein, gesetzt werden, so kann man die Widerlagen auf dieses Gestein zuführen. Giebt aber das Gebirge dem Drucke nach, so muss das in der Gegend von Valanciennes angewendete Verfahren befolgt werden, indem man zwei Kugelgewölbe errichtet, die weit voneinander entfernt liegen. Das untere, nach einer halben Kugel construirte Gewölbe stützt sich zum Theil auf die Ausmauerung des Schachtes und zum Theil auf das Gestein. Darüber muss ein sehr starker Thurm aufgemauert werden, auf den man auch ein halbkugeliges Gewölbe setzt, auf den eine Masse von Mörtel gegossen wird, welche den ganzen Raum zwischen dem Gewölbe und den Schachtstössen ausfüllt.

Soll auf einer Strecke, die in einem milden, dem Drucke weichenden Gestein, wie Schieferthon, Mergel und Thon, getrieben worden ist, ein Damm vorgerichtet werden, so müsste dieselbe vor dem Damme mit einer vollständigen starken Mauerung versehen werden, die sich auf eine ziemliche Länge ausdehnt.

Inhaltsverzeichniss

des ersten Bandes.

Seite

Erstes Kapitel. Einleitende Bemerkungen und Erklärungen. — Lagerstätte. Crystallinische und geschichtete Gebirge. — Lager und deren räumliche Verhältnisse 1
Störungen der Schichten 3
Rücken 5
Gänge und deren räumliche Verhältnisse . . . 7
Störungen der Gänge 8
Stockförmige Lagerstätten. — Art des Vorkommens der hauptsächlichsten Mineralsubstanzen . . . 10
Zweites Kapitel. Von den Versuchsarbeiten. — Anzeigen von dem Vorhandenseyn von Lagerstätten 13
Auf äussere Anzeichen begründete Versucharbeiten. — Versucharbeiten auf dem Ausgehenden oder das Schürfen 15
Veränderungen des Ausgehenden 16
Veränderungen in der Edelheit der Gänge. — Nutzen der Maassregel, den Abbau erst in Folge hinreichender Versuchsarbeiten zu beginnen . . . 17
In welchen Fällen Bohrarbeiten zweckmässig sind — Untersuchung durch Querschläge 18
Untersuchung unterbrochener Lagerstätten . . 19
Verwerfung der Gänge und Lager. — Untersuchung eines Lagers jenseits des Rückens. Richtung der Verwerfung 20
Verhältniss der Länge verschiedener Strecken, mittelst denen man die verworfenen Lagerstätten wieder ausrichten kann . . , ... 22
Wiederausrichtung verworfener Gänge. Schmidt'sche Regel 23
Anwendung der Schmidt'schen Regel . . . 24
Von den von einem und demselben Verwerfer veranlassten mehrfachen Verschiebungen . . . 28
Gänge, die durch einen durchsetzenden abgeschnitten sind. Doppelte Verwerfungen 32

Seite

Untersuchung der Lager, deren Ausgehendes bedeckt ist. Richtschächte und Bohrlöcher 33
Wiederaufnahme alter, verlassener Gruben . . 34
Von dem Bohren mit dem Erd- oder Bergbohrer. — Von den Abbohrvorrichtungen. — Der Abbohrer, Erd- oder Bergbohrer . . 36
Bestandtheile eines Erdbohrers. — Eiserne Mittel- oder Schaftstücke und deren Verbindung . . . 37
Von den Bohrwerkzeugen oder eigentlichen Bohrstücken. — Meisselbohrer . . . 40
Bohrer, welche das Gebirge drehend angreifen. Der bandförmige Bohrer. Der gefurchte oder vierkantige Bohrer 42
Werkzeuge zum Zerbrechen der Kiesel oder Geschiebe. Der Kolbenbohrer. — Werkzeuge zum Erweitern der Bohrlöcher. — Werkzeuge zum Herausschaffen der Gesteinbruchstücke u. des Bohrschmandes aus dem Bohrloche. — Der Bodenbohrer 43
Sool- auch Sandlöffel 44
Stangenschlüssel, Stangenhaken. — Glückshaken . 45
Trompete, Krätzer, Wolfsrachen 46
Gleichförmigkeit des Kalibers der Werkzeuge. Geradlinigkeit des Gestänges. — Von der Bohrarbeit oder dem Abbohren u. den Bohrgerüsten. — Beginn des Bohrens 47
Bohrgerüst mit drei Säulen 48
Bohrgerüst mit vier Säulen und mit Vorlegehaspel und Hebedaumen 49
Kleines Bohrgerüst von Kind 50
Grosses Bohrgerüst von Kind mit Tretrad . . 52
Tretrad mit Heblingen zur Bewegung des Borgestänges. — Gewöhnliches Verfahren bei dem Abbohren und eintretende Hindernisse 53
Anfänglicher Durchmesser eines Bohrlochs . . 54
Bohrmannschaft 55

Seite
Aufziehen des Bohrgestänges. — Reinigung des Bohrlochs u. Ausförderung des Bohrschmandes . . 56
Bohrregister und Bohrproben 58
Kosten des Stangenbohrens 59
Gebirge, die schwer zu durchbohren sind . . . 61
Bekleidung des Bohrlochs mit Letten. — Aussetzen des Bohrlochs mit Röhren. — Blecherne Röhren . . 62
Gusseiserne Röhren — Einsenken der Röhren . . 65
Werkzeug zur Erweiterung der Bohrlöcher von Hrn. Degousée 66
Nachbohrer Kind's 67
Verlorne Röhrentour 68
Von den Hindernissen bei der Bohrarbeit. — Vorsichtsmaassregeln gegen die Hindernisse. Gränzen der Einwirkungen des Ziehens und der Drehung, welche die Stangen aushalten können . . . 70
Mittel, kleine Gegenstände, die in das Bohrloch gefallen oder auf dessen Sohle liegen geblieben sind, herauszuziehen 71
Herausziehen zerbrochener Stangen 72
Herausziehen des Bohrgestänges, wenn es durch ein, von der Bohrlochswand abgebrochenes Gebirgsstück, festgeklemmt ist 73
Zerdrückung und Zerreissung der Röhren. — Herausreissen von Röhren u. dazu angewendete Werkzeuge 74
Werkzeug zum Zerschneiden von Röhren . . 75
Röhrenausziehen Albertis. — Kind's Schiffchen . . 76
Röhrenausziehen mit Keil von Kind 77
Verificator Degoussée's. — Evrard's Apparat zur Bestimmung des Streichens u. Fallens der Schichten 78
Vervollkommnungen, welche neuerlich bei der Bohrarbeit eingeführt worden sind. — Steigende Schwierigkeiteiten. — Seilbohren . . . 80
Kind's Versuche. Seine Meinung über das Seilbohren 87
Wechselscheeren oder Schieber 88
Gegengewicht oder Feder, um den obern Theil des Gestänges im Gleichgewicht zu erhalten . . . 89
Hölzernes Gestänge und dessen Verbindung . . 92
Kind's Fallschirm 93
Schlammlöffel mit Ventil u. mit Schieberstange. — Verbindung der hölzernen Stangen untereinander . 94
Vortheile schwacher hölzerner Gestänge . . . 95
Widerstand des hölzernen Gestänges gegen das Zerreissen und gegen die Torsion 96
Hohle Bohrstangen. — Von den artesischen Brunnen. — Unterirdische Wasserbehälter . . . 97
Röhren, welche das aufsteigende Wasser aufnehmen. — Hydrostatisches Niveau eines artesischen Brunnens 98
Verschiedene Grade der Durchdringlichkeit der wasserreichen Schichten 99
Bestimmung des Wasserstandes und der gelieferten Wassermenge 101
Zunahme der Production der artesischen Brunnen mit dem Durchmesser u. der Tiefe des Bohrlochs. — Gegenseitiger Einfluss benachbarter Bohrbrunnen. — Absorbirende oder ableitende Brunnen. — Allgemeine Grundsätze in Beziehung auf die artesischen Brunnen. — Einsinken von Röhren in die artesischen Brunnen 103
Verminderung der Wassermenge bei einigen artesischen Brunnen. Mögliche Ursachen der Verminderung 106
Von einigen besondern Arten des Erdbohrers. — Der Bohrer der Torfstecher. — Bohrer zur Untersuchung von Eisensteinlagern. — Bohrer zur Untersuchung des Baugrundes 108
Anwendung des Bohrers im Innern der Grubengebäude. Bohrarbeiten im Innern der Gruben zur Untersuchung alter mit Wasser oder bösen Wettern angefüllter Baue 109
Drittes Kapitel. Von den Häuer- oder bergmännischen Gewinnungsarbeiten. — Bergmännische Gezähe 111
Gewinnung thoniger Massen. Schrämen. — Gewinnung der Steinkohlen 112
Gestein- oder Bergeisen 113
Die Sprengarbeit 114
Der Bergbohrer 115
Das Besetzen des Bohrlochs . . . , . . 118
Das Wegthun des Schusses 119
Ansetzen des Bohrlochs 120
Pulvermengen 121
Unglücksfälle u. Vorsichtsmaassregeln zu ihrer Verhütung. — Zum Besetzen angewendete Substanzen 122
Kupferne und hölzerne Räumnadeln. — Veränderte Schiessmethode im sächs. Erzgebirge . . . 123
Die in Cornwall gebräuchlichen Schiessmethoden u. die Mittel, die Räumnadel wegzulassen. Patentzündschnüre und Sicherheitszünder 126
Sprengarbeit in sehr feuchtem Gestein und unter dem Wasser mit Hülfe des Bickfordschen Zünders . 129
Kupferne und hölzerne Stampfer. — Man darf nie das Pulver lose in das Bohrloch schütten. — Chenhall's Wechselpatrone 131
Fournet'scher Stampfer. — Ursachen der Bohrlochsexplosionen und dagegen zu ergreifende Maassregeln 132
Sprengen in wasserreichem Gestein und unter dem Wasser. — Besetzung mit Keilen zum Sprengen unter dem Wasser 137
Verschiedene andere Besetzungsmethoden. — Sandbesetzung 138
Besetzung mit weichem Letten. — Bemerkungen über die Explosionskraft des Schiesspulvers . . . 142
Leerer Raum über der Pulverladung 145
Vermengung des Pulvers mit verschiedenen pulverförmigen Substanzen 147
Zweckmässige Mittel zur Erreichung einer Pulversparung 149
Bestandtheile und äussere Eigenschaften des Schiesspulvers 151
Probe des Geschützpulvers 152
Grösse der in den Geschützen benutzten Wirkung. — Die bewegende Kraft der Pulvergase bei den Bohrlöchern, ist noch geringer als bei den Geschützen 153
In gewissen Fällen würde es weit haushälterischer seyn, die Gesteine mit verstahlten Werkzeugen zu zermalmen, als das Pulver anzuwenden . . 154
Mittel, welches man in America anwendet, um Felsstücke aus den Flussbette wegzuschaffen . . 155
Wirkung des Pulvers auf das Gestein 156
Von dem Feuersetzen. — Gewinnungsmethode in den ungarischen Bergwerken nach Delius . . 157
Feuersetzen im Rammelsberge 158
Ausserordentliche Gesteinsfestigkeit daselbst . . 159
Viertes Kapitel. Von dem Tagebaue. — In welchen Fällen man Tagebaue anwendet . . 160
Allgemeine Regeln, welche bei'm Tagebaue zu befolgen sind 161
Vorrichtung des Abraums. — Förderung des Abraums mit Laufkarren 162
Vortheil grösserer Laufkarren 163
Abraum mit Pferdekarren 164
Abraum-Förderung auf Eisenbahnen 166
Böschung, welche man dem Abraume und den Stössen der Tagebaue geben kann 168

Seite

Strossenartige Stösse 172

Beispiele von Tagebauen. — Abbau von fast söhlig liegenden Lagern, deren Ausgehendes an dem Abhange von Gebirgen hervortritt. — Abbau schwach fallender Flötze, die in einer Ebene zu Tage ausgehen 174

Tagebaue auf sehr mächtigen Steinkohlenflötzen . 175

Dachschieferbrüche in der Umgegend von Angers . 177

Die Mühlsteinbrüche in den Depart. der Seine u. Marne u. der Marne. — Gewinnung stockförmig u. in Butzen vorkommender Erze 181

Zinnerz-Seifenwerke 182

Gewinnung des Torfs od. Betrieb der Torfstiche. — Entstehung des Torfes. — Lage der Torfniederlagen 183

Verschiedene Torfarten. — Anzeigen von dem Vorhandenseyn von Torflagern. — Verschiedene Gewinnungsarten 184

Gewinnung des Torfs im Trocknen 185

Gewinnung des Torfs unter dem Wasser mit dem grossen Spaten 186

Trocknen des Torfes 187

Schwinden oder Zusammenziehen des Torfes durch das Trocknen. — Das Ziehen des Torfes mit dem Netze 188

Formen des weichen Torfes. — Gewinnung des Torfes in Holland 189

Wichtigkeit eines regelmässigen Betriebes der Torfstiche 191

Fünftes Kapitel. **Von den Grubenbauen im Allgemeinen u. den Stollen u. Strecken insbesondere.** — Benennung der verschiedenen Grubenbaue. — **Betrieb der Stollen u. Strecken.** — Dimensionen und Betrieb der Stollen und Strecken 192

Stollen- und Streckenbetrieb in harten Gesteinen . 193

Beispiele von Streckenbetrieb im Granit . . . 194

Streckenbetrieb im Steinkohlengebirge . . . 195

Streckenbetrieb in verschiedenen Gebirgen . . 196

Sehr weite Strecken im festen Gestein . . . 199

Streckenbetrieb in mildem, jedoch nicht rölligem Gestein 200

Festigkeit der bei'm Bergbau angewendeten Materialien. — Widerstand der Steine, Ziegelsteine und des Mörtels gegen die Zerdrückung 201

Widerstand des Holzes gegen das Zerdrücken oder Zerreissen 203

Widerstand des Roheisens. — Von dem Stabeisen u. einigen andern Metallen 204

Von der Streckenzimmerung. — Allgemeine Constructionsregeln für die Grubenzimmerung . 207

Die Kastenschlagung oder Legung der verschiedenen Kastenstempel 210

Streckenzimmerung, allgem. Bemerkungen . . 215

Thürstockzimmerung bei offenen Strecken . . 217

Thürstockzimmerung hinter sehr feigen Oertern und bei'm Abtreiben 219

Sparrenzimmerung 221

Zimmerung mittelst Unterzügen. — Schlagung des Tragewerks 222

Das Legen der Streckengerinne 224

Auswechselung der Streckenzimmerung . . . 226

Beschaffenheit des Holzes. Kosten der Zimmerung. — Das Entborken oder Schälen des Holzes . . 229

Dauer des Holzes. Ursachen seiner Zerstörung . 230

Streckenbetrieb und Zimmerung in rölligem und in schwimmendem Gebirge 231

Von der Streckenmauerung. — In welchen Fällen die Mauerung der Zimmerung vorzuziehen ist. — Materialien 237

Eintheilung der Grubenmauerung. Arten und Formen derselben 239

Seite

Bedingungen des Widerstandes der Gewölbe und der Grubenmauerung im Allgemeinen

Ausführung der Streckenmauerung 241

Fälle der Mauerung bei saigern Strecken . . . 244

Bei flachen Strecken 247

Tragewerk 250

Streckenmauerung im schwimmenden Gebirge . . 252

Abtreibearbeit mit eisernen Vorrichtungen . . 253

Tunnel oder Tagestrecke unter der Themse. — Betrieb weiter Strecken 258

Tagestrecke zu Terrenoire 260

Tunnel von Batignolles 261

Ausmauerung der Maschinenräume 262

Sechstes Kapitel. **Abteufung, Zimmerung, Abdämmung der Wasser und Mauerung der Schächte.** — Abteufen der Richtschächte im festen Gestein 264

Behälter in den Schachtstössen zur Aufnahme der obern Wasserzuflösse 267

Beispiele von Schächten in dem Steinkohlengebirge 268

Schachtausbau. — Schachtzimmerung. — Bügelschächte 269

Allgemeine Bemerkungen über Schachtzimmerung . 271

Auszimmerung eines flachfallenden offenen Schachtes, dessen Stösse gut sind 272

Schachtabtreiben 275

Bolzenschrotzimmerung 279

Zweite Art desselben 283

Dritte Art desselben. — Ganzer Schrot . . . 284

Stossverschiessen. — Das Abfangen einzelner Wände in Schächten 285

Schachtscheider. — Wehrstempel. — Auswechselung der Schachtzimmerung 286

Das Verdämmen od. die Cuvelirung von saigern Schächten, die in festem Gestein abgeteuft sind. — Unter welchen Umständen die Abdämmung angewendet wird 287

Allgemeines Verfahren bei'm Abdämmen . . . 289

Beschreibung des wasserführenden Gebirges über der Steinkohlenformation im französ. Nord-Departement. — Die Cuvelage im Nord-Departement . . . 290

Wasserdichte Zimmerung u. Verdämmung im Schaafbreiter Revier bei Eisleben 291

Wasserdichte Zimmerung in einem Förderschachte der Steinkohlengrube Guley im Wormreviere bei Aachen 296

Wasserdichte Schachtzimmerung in der Steinsalzgrube Vic in Lothringen 301

Ausführung derselben 303

Wasserdichte Zimmerung in obern, wasserreichen Gebirgslagen im Wormreviere 304

Gusseiserne Abdämmung 306

Hölzerne Verdämmung mit gusseiserner Armirung . 308

Reparatur der Cuvelirungen. — Schachtabteufen mit Zimmerung in sehr losem Gebirge, wie schwimmendem Mergel, Thon und Sand 309

Das Verwandruthen 310

Das Verletten der Schächte 317

Schachtabsinken in schwimmendem Gebirge in der Nähe der Oberfläche 318

Triger's Vorrichtung zum Abteufen der Schächte mit Hülfe von verdichteter Luft 320

Wirkung des Apparats 322

Schachabteufen mit Senkmauerung 324

Senkarbeit in England 325

Schachabteufen in Schichten von schwimmendem Sande, die in irgend einer Teufe vorkommen . . . 330

Abfluss der eindringenden Wasser durch ein Bohrloch, mit- 333

Seite

telst eines Hebers. — Abteufen in vollkommen schwimmendem Gebirge 334
Schwierigkeiten, welche die Wasserhaltung veranlasst. Mögliche Anwendung der Trigerschen Luftschleuse 335
Schachtmauerung. — Materialien und Verfahren, welche bei der Schachtmauerung angewendet werden. — Mauerung der saigern Schächte . . 336
Verwahrung von einem der kurzen Stösse. — Verwahrung des einen oder beider langen Stösse . . 337
Verwahrung von drei oder vier Stössen. — Sicherung der langen Stösse durch einen gemauerten Schachtscheider. — Allgemeine Regeln bei der saigern Schachtmauerung 338
Aufsattelung der Schächte. — Schachtmauerung in der Nähe von Tage 339
Mauerung in aufeinander folgenden Stücken, die auf hölzernen Jöchern oder Kränzen ruhen . . . 340
Aufhängen der Kränze an obere Kränze oder an Rüstbäume 342
Wasserdichte Ausmauerung oder gemauerte Cuvelirung. — Mauerung der flachen Schächte . . . 343
Verwahrung der kurzen Stösse. — Verwahrung des Hangenden. — Die Kellerhalsmauerung . . 344
Verwahrung durch Schachtscheider 345

Seite

Abführung der Wasser. — Einrichtung der Verbindungen zwischen Schächten und Förderstrecken u. der Füllörter 346
Einrichtung der Füllörter in den Steinkohlengruben des französischen Nord-Departements 347
Füllorte der ausgezimmerten Schächte . . . 348
Sümpfe und Wasserbehälter. — Von dem Verspünden oder der Vorrichtung von Dämmen zum Zurückhalten der Wasser 349
Dämme von aufrechtstehenden Balken auf der Steinkohlengrube Chartreuse bei Lüttich 351
Damm von liegenden Balken auf der Bleigrube Huelgoët in franz. Finistère-Depart. 354
Schleusenartiger Balkendamm auf dem Flötze Diamant, Schacht Prairie der Steinkohlengrube Chartreuse bei Lüttich 357
Dämme auf der Steinsalzgrube bei Dieuze . . 358
Keildämme auf dem Flötze Stein-Knipp der Steinkohlengrube Spanbruch in Worm-Reviere . . . 359
Keildämme oder Keilverspünden im sächs. Erzgebirge 262
Horizontale Dämme 371
Balkendamm in dem Padtkohls-Kunstschachte der Centrumgrube bei Eschweiler 372
Horizontaler Damm von Ziegelsteinen im französischen Nord-Departement 373

	Seite
telst eines Hebers. — Abteufen in vollkommen schwimmendem Gebirge	334
Schwierigkeiten, welche die Wasserhaltung veranlasst. Mögliche Anwendung der Trigerschen Luftschleuse	335
Schachtmauerung. — Materialien und Verfahren, welche bei der Schachtmauerung angewendet werden. — Mauerung der saigern Schächte . .	336
Verwahrung von einem der kurzen Stösse. — Verwahrung des einen oder beider langen Stösse .	337
Verwahrung von drei oder vier Stössen. — Sicherung der langen Stösse durch einen gemauerten Schachtscheider. — Allgemeine Regeln bei der saigern Schachtmauerung	338
Aufsattelung der Schächte. — Schachtmauerung in der Nähe von Tage	339
Mauerung in aufeinander folgenden Stücken, die auf hölzernen Jöchern oder Kränzen ruhen . .	340
Aufhängen der Kränze an obere Kränze oder an Rüstbäume	342
Wasserdichte Ausmauerung oder gemauerte Cuvelirung. — Mauerung der flachen Schächte . . .	343
Verwahrung der kurzen Stösse. — Verwahrung des Hangenden. — Die Kellerhalsmauerung . .	344
Verwahrung durch Schachtscheider	345
Abführung der Wasser. — Einrichtung der Verbindungen zwischen Schächten und Förderstrecken u. der Füllörter	346
Einrichtung der Füllörter in den Steinkohlengruben des französischen Nord-Departements	347
Füllorte der ausgezimmerten Schächte . . .	348
Sümpfe und Wasserbehälter. — Von dem Verspünden oder der Vorrichtung von Dämmen zum Zurückhalten der Wasser	349
Dämme von aufrechtstehenden Balken auf der Steinkohlengrube Chartreuse bei Lüttich . . .	351
Damm von liegenden Balken auf der Bleigrube Huelgoët in franz. Finistère-Depart.	354
Schleusenartiger Balkendamm auf dem Flötze Diamant, Schacht Prairie der Steinkohlengrube Chartreuse bei Lüttich	357
Dämme auf der Steinsalzgrube bei Dieuze . .	358
Keildämme auf dem Flötze Stein-Knipp der Steinkohlengrube Spanbruch in Worm-Reviere . . .	359
Keildämme oder Keilverspünden im sächs. Erzgebirge	262
Horizontale Dämme	371
Balkendamm in dem Padtkohls-Kunstschachte der Centrumgrube bei Eschweiler	372
Horizontaler Damm von Ziegelsteinen im französischen Nord-Departement	373

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Combes, Charles Pierre Mathieu, 1801-1872

Handbuch der Bergbaukunst oder die Lehre von der Aufsuchung und Gewinnung der nutzbaren Mineralien mit einem Atlas ...

Bd.: 1

Weimar (1844)

4 Metall. 65 s-1/2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10228286-3